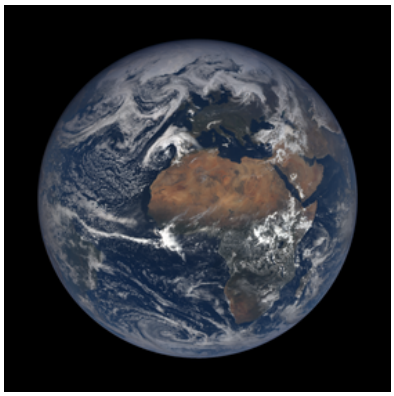
WIKIPÉDIA

Terre

La **Terre** est une planète du Système solaire, la troisième plus proche du Soleil et la cinquième plus grande, tant en taille qu'en masse, de ce système planétaire dont elle est également la plus massive des planètes telluriques.

Terre ⊕



La Terre vue par l'instrument EPIC du satellite DSCOVR, avec un panorama sur l'Afrique et l'Europe.

Caractéristiques orbitales

Demi-grand axe	149 597 887,5 km (1,000 000 112 4 au)
Aphélie	152 097 701 km (1,016 710 333 5 au)
Périhélie	147 098 074 km (0,983 289 891 2 au)
Circonférence orbitale	939 885 629,3 km (6,282 747 374 au)
Excentricité	0,01671022
Période de révolution	365,256 363 d
Période synodique	— d
Vitesse orbitale moyenne	29,783 km/s
Vitesse orbitale maximale	30,287 km/s
Vitesse orbitale minimale	29,291 km/s
Inclinaison sur l'écliptique	(par définition) 0°
Nœud ascendant	174,873°
Argument du périhélie	288,064°
Satellites connus	1, la Lune

Caractéristiques physiques

Rayon équatorial	6 378,137 km
Rayon polaire	6 356,752 km
Rayon moyen volumétrique	6 371,008 km
Aplatissement	0,003353 ≈ 1/300 (1/(298,25±1))
Périmètre équatorial	40 075,017 km
Périmètre méridional	40 007,864 km
Superficie	510 067 420 km^2
Volume	$1{,}083\ 21\times10^{12}$ km^3
Masse	$5{,}973\ 6\times10^{24}$ kg
Masse volumique globale	$5{,}515\times10^{3}$ kg/m^3
Gravité de surface	9,806 65 m/s^2 (1 g)
Vitesse de libération	11,186 km/s
Période de rotation (jour sidéral)	0,997 269 49 d (23 h 56 min 4,084 s)
Vitesse de rotation	1 674,364 km/h

Sommaire

Description

Chronologie
- Époque prébiotique
- Évolution de la vie
- Futur
- « Fin »

Forme et taille
- Forme
- Rayon
- Masse

Composition et structure
- Composition chimique
- Structure interne
- Chaleur
- Plaques tectoniques
- Surface
- Hydrosphère
- Atmosphère
  - Météorologie et climat
  - Haute atmosphère
- Champ magnétique

Orbite et rotation
- Rotation
- Orbite
- Inclinaison de l'axe et saisons

Cortège de la Terre
- Satellites
  - La Lune
  - Un second satellite naturel ?
  - Satellites artificiels
- Quasi-satellites et autres objets du cortège entourant la Terre
  - Troyens
    - Dans le système Soleil-Terre
    - Dans le système Terre-Lune
  - Quasi-satellites

Habitabilité
- Biosphère
- Ressources naturelles
- Risques environnementaux
- Géographie humaine

Point de vue philosophique et culturel
- Représentations passées
- Point de vue minoritaire
- Aujourd'hui : la finitude écologique

Notes et références
- Notes
- Citations originales
- Références

Voir aussi
- Articles connexes
- Liens externes

(à l'équateur)	
Inclinaison de l'axe	23,4366907752°
Ascension droite du pôle nord	__°
Déclinaison du pôle nord	90°
Albédo géométrique visuel	0,367
Albédo de Bond	0,306
Irradiance solaire	1 367,6 W/m^2 (1 Terre)
Température d'équilibre du corps noir	254,3 K (−18,7 °C)
Température de surface	
• Maximum	56,7 °C
• Moyenne	15 °C
• Minimum	−93,2 °C (voir Records de température sur Terre)
Caractéristiques de l'atmosphère	
Pression atmosphérique	101 325 Pa
Masse volumique au sol	1,217 kg/m^3
Masse totale	5,1×10^{18} kg
Hauteur d'échelle	8,5 km
Masse molaire moyenne	28,97 g/mol
Azote N_2	78,084 % volume sec
Oxygène O_2	20,946 % volume sec
Argon Ar	0,9340 % volume sec
Dioxyde de carbone CO_2	400 ppm volume sec
Néon Ne	18,18 ppm volume sec
Hélium He	5,24 ppm volume sec
Méthane CH_4	1,79 ppm volume sec
Krypton Kr	1,14 ppm volume sec
Hydrogène H_2	550 ppb volume sec
Protoxyde d'azote N_2O	300 ppb volume sec
Monoxyde de carbone CO	100 ppb volume sec
Xénon Xe	90 ppb volume sec
Ozone O_3	0 à 70 ppb volume sec
Dioxyde d'azote NO_2	20 ppb volume sec
Iode I	10 ppb volume sec
Vapeur d'eau H_2O	~ 0,4 % volume global ~ de 1 à 4 % en surface (valeurs typiques)
Histoire	
Découverte par	• Nature planétaire pressentie par l'école pythagoricienne (Philolaos de Crotone). • Attestée à l'époque hellénistique (Aristarque de Samos, puis Ératosthène).
Découverte le	• ve siècle av. J.-C. • IIIe siècle av. J.-C.

Description

La Terre s'est formée il y a 4,54 milliards d'années environ et la vie y est apparue moins d'un milliard d'années plus tard[1]. La planète abrite des millions d'espèces vivantes, dont les humains[2]. La biosphère de la Terre a fortement modifié l'atmosphère et les autres caractéristiques abiotiques de la planète, permettant la prolifération d'organismes aérobies de même que la formation d'une couche d'ozone qui, associée au champ magnétique terrestre, bloque une partie du rayonnement solaire, permettant ainsi la vie sur Terre[3]. Les propriétés physiques de la Terre, de même que son histoire géologique et son orbite, ont permis à la vie de subsister durant cette période. De plus, la Terre devrait pouvoir maintenir la vie (telle que nous la connaissons actuellement) durant encore au moins 500 millions d'années[4,5].

La croûte terrestre est divisée en plusieurs segments rigides appelés plaques tectoniques qui se déplacent sur des millions d'années. Environ 71 % de la surface terrestre est couverte par des océans d'eau salée qui forment l'hydrosphère avec les autres sources d'eau comme les lacs, les fleuves ou les nappes phréatiques. Les pôles géographiques de la Terre sont principalement recouverts de glace (inlandsis et banquise). L'intérieur de la planète reste actif avec un épais manteau composé de roches silicatées (généralement solides, mais localement fondues), un noyau externe de fer liquide qui génère le champ magnétique, et un noyau interne de fer solide.

La Terre interagit avec les autres objets spatiaux, principalement le Soleil et la Lune. Actuellement, la Terre orbite autour du Soleil en 365,256 363 jours solaires ou une année sidérale[a]. L'axe de rotation de la Terre est incliné de 23,437°[6] par rapport à la perpendiculaire du plan de l'écliptique, ce qui produit des variations saisonnières sur la surface de la planète avec une période d'une année tropique (365,24219 jours solaires)[7]. Le seul satellite naturel connu de la Terre est la Lune qui commença à orbiter il y a 4,5 milliards d'années. Celle-ci provoque les marées, stabilise l'inclinaison axiale et ralentit lentement la rotation terrestre. Il y a environ 3,8 milliards d'années, lors du grand bombardement tardif, de nombreux impacts d'astéroïdes causèrent alors d'importantes modifications de sa surface.

La Terre a pour particularité, du point de vue de l'être humain, d'être le seul endroit connu de l'univers à abriter la vie telle que nous la connaissons, comme la faune (dont entre autres l'espèce humaine) et la flore. Les cultures humaines ont développé de nombreuses représentations de la planète, dont une personnification en tant que déité, la croyance en une terre plate, la Terre en tant que centre de l'univers et la perspective moderne d'un monde en tant que système global nécessitant une gestion raisonnable.

La science qui étudie la Terre est la géologie. Compte tenu de l'influence de la vie sur la composition de l'atmosphère, des océans et des roches sédimentaires, la géologie emprunte à la biologie une partie de sa chronologie et de son vocabulaire.

Chronologie

L'âge de la Terre est aujourd'hui estimé à 4,54 milliards d'années[8]. L'histoire de la Terre est divisée en quatre grands intervalles de temps, dits éons :

- L'Hadéen a débuté il y a 4,567 milliards d'années[9], lorsque la Terre s'est formée avec les autres planètes à partir d'une nébuleuse solaire, une masse de poussières et de gaz en forme de disque, détachée du Soleil en formation. C'est au début de cet éon que se sont formés la croûte terrestre, les océans, l'atmosphère et la Lune.
- L'Archéen est l'éon marqué par les premières traces de vie. C'est la période durant laquelle les océans se sont chargés en oxygène grâce à la photosynthèse réalisée par des cyanobactéries (formant ainsi les formations appelées stromatolithes) et ont été vidés de leur fer par oxydation (début de la Grande Oxydation). On estime que cet éon a débuté il y a 4 milliards d'années[10] (Éoarchéen).
- Le Protérozoïque est l'éon lié à l'apparition des premières plantes à photosynthèse. Son début remonte à 2,5 milliards d'années. La Grande Oxydation continue durant cette période et l'oxygène se répand dans l'atmosphère (faute de fer à oxyder dans les océans).
- Le Phanérozoïque est marqué par l'apparition des premiers animaux à coquille, et plus globalement par le début du règne animal. Il a débuté il y a 541 ± 0,1 millions d'années[10], et s'étend jusqu'à nos jours.

Époque prébiotique

La formation de la Terre par accrétion était presque terminée en moins de 20 millions d'années[11]. Initialement en fusion, la couche externe de la Terre s'est refroidie pour former une croûte solide lorsque l'eau commença à s'accumuler dans l'atmosphère, aboutissant aux premières pluies et aux premiers océans. La Lune s'est formée peu de temps après, il y a 4,53 milliards d'années[12]. Le consensus actuel[13] pour la formation de la Lune est l'hypothèse de l'impact géant, selon laquelle un objet (quelquefois appelé Théia), de la taille de Mars et de masse environ égale au dixième de la masse terrestre[14], est entré en collision avec la Terre[15]. Dans ce modèle, une partie de cet objet se serait agglomérée avec la Terre tandis qu'une autre partie, mêlée avec peut-être 10 % de la masse totale de la Terre, aurait été éjectée dans l'espace, où elle aurait formé la Lune.

L'activité volcanique a produit une atmosphère primitive. De la vapeur d'eau condensée ayant plusieurs origines possibles, mêlée à de la glace apportée par des comètes, a produit les océans[16]. Une combinaison de gaz à effet de serre et d'importants niveaux d'activité solaire permirent d'augmenter la température à la surface de la Terre et empêchèrent les océans de geler[17]. Vers −3,5 milliards d'années, le champ magnétique se forma et il permit d'éviter à l'atmosphère d'être balayée par le vent solaire[18].

Deux principaux modèles ont été proposés pour expliquer la vitesse de croissance continentale[19] : une croissance constante jusqu'à nos jours[20] et une croissance rapide au début de l'histoire de la Terre[21]. Les recherches actuelles montrent que la deuxième hypothèse est la plus probable avec une formation rapide de la croûte continentale[22] suivie par de faibles variations de la surface globale des continents[23, 24, 25]. Sur une échelle de temps de plusieurs centaines de millions d'années, les continents ou supercontinents se forment puis se divisent. C'est ainsi qu'il y a environ 750 millions d'années, le plus vieux des supercontinents connus, Rodinia, commença à se disloquer. Les continents entre lesquels il s'était divisé se recombinèrent plus tard pour former Pannotia, il y a 650-540 millions d'années, puis finalement Pangée, au Permien, qui se fragmenta il y a 180 millions d'années[26].

Évolution de la vie

On suppose qu'une activité chimique intense dans un milieu hautement énergétique a produit une molécule capable de se reproduire, dans un système particulier, il y a environ 4 milliards d'années. On pense que la vie elle-même serait apparue entre 200 et 500 millions d'années plus tard[27].

Le développement de la photosynthèse, active depuis bien avant 3 à 3,5 milliards d'années avant le présent, permit à la vie d'exploiter directement l'énergie du Soleil. Celle-ci produisit de l'oxygène qui s'accumula dans l'atmosphère, à partir d'environ 2,5 milliards d'années avant le présent, et forma la couche d'ozone (une forme d'oxygène [O_3]) dans la haute atmosphère, lorsque les niveaux d'oxygène dépassèrent quelques pourcents. Le regroupement de petites cellules entraîna le développement de cellules complexes appelées eucaryotes[28]. Les premiers organismes multicellulaires formés de cellules au sein de colonies devinrent de plus en plus spécialisés. Aidées par l'absorption des dangereux rayons ultraviolets par la couche d'ozone, des colonies bactériennes pourraient avoir colonisé la surface de la Terre, dès ces époques lointaines[29]. Les plantes et les animaux pluricellulaires ne colonisèrent la terre ferme qu'à partir de la fin du Cambrien (pour mousses, lichens et champignons) et pendant l'Ordovicien (pour les premiers végétaux vasculaires et les arthropodes), le Silurien (pour les gastéropodes ?) et le Dévonien (pour les vertébrés)[réf. nécessaire].

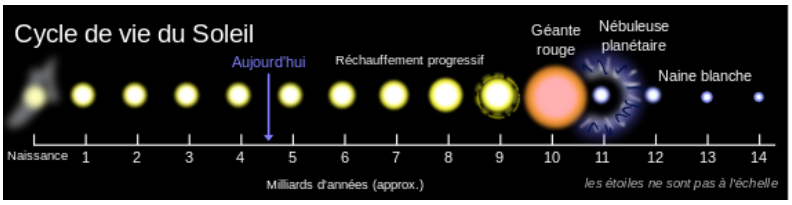
Depuis les années 1960, il a été proposé une hypothèse selon laquelle une ou plusieurs séries de glaciations globales eurent lieu il y a 750 à 580 millions d'années, pendant le Néoprotérozoïque, et qui couvrirent la planète d'une couche de glace. Cette hypothèse a été nommée *Snowball Earth* (« Terre boule de neige »), et est d'un intérêt particulier parce qu'elle précède l'explosion cambrienne, quand des formes de vies multicellulaires commencèrent à proliférer[30].

À la suite de l'explosion cambrienne, il y a environ 535 millions d'années, cinq extinctions massives se produisirent[31]. La dernière extinction majeure date de 66 millions d'années, quand une météorite est entrée en collision avec la Terre, exterminant les dinosaures et d'autres grands reptiles, épargnant de plus petits animaux comme les mammifères, les oiseaux, ou encore les lézards [réf. nécessaire].

Dans les 66 millions d'années qui se sont écoulées depuis, les mammifères se sont diversifiés, le genre humain (Homo) s'étant développé depuis deux millions d'années. Des changements périodiques à long terme de l'orbite de la Terre, causés par l'influence gravitationnelle des autres astres, sont probablement une des causes des glaciations qui ont plus que doublé les zones polaires de la planète, périodiquement dans les derniers millions d'années [réf. nécessaire].

À l'issue de la dernière glaciation, le développement de l'agriculture et, ensuite, des civilisations, permit aux humains de modifier la surface de la Terre dans une courte période de temps, comme aucune autre espèce avant eux, affectant la nature tout comme les autres formes de vie[32].

Futur



Cycle évolutif du Soleil.

Le futur de la Terre est très lié à celui du Soleil. Du fait de l'accumulation d'hélium dans le cœur du Soleil, la luminosité de l'étoile augmente lentement à l'échelle des temps géologiques. La luminosité va croître de 10 % au cours du 1,1 milliard d'années à venir et de 40 % sur les prochains 3,5 milliards d'années[33]. Les modèles climatiques indiquent que l'accroissement des radiations atteignant la Terre aura probablement des conséquences dramatiques sur la pérennité de son climat « terrestre », notamment la disparition des océans[34].

La Terre devrait cependant rester habitable durant encore plus de 500 millions d'années[4], cette durée pouvant passer à 2,3 milliards d'années si la pression atmosphérique diminue en retirant une partie de l'azote de l'atmosphère[35]. L'augmentation de la température terrestre va accélérer le cycle du carbone inorganique, réduisant sa concentration à des niveaux qui pourraient devenir trop faibles pour les plantes (10 ppm pour la photosynthèse du C_4) dans environ 500[4] ou 900 millions d'années. La réduction de la végétation entraînera la diminution de la quantité d'oxygène dans l'atmosphère, ce qui provoquera la disparition progressive de la plupart des formes de vies animales[36]. Ensuite, la température moyenne (de la Terre) augmentera plus vite en raison de l'emballement de l'effet de serre par la vapeur d'eau, vers 40 à 50 °C[36]. Dans 1 milliard à 1,7 milliard d'années, la température sera si élevée que les océans s'évaporeront, précipitant le climat de la Terre dans celui de type vénusien, et faisant disparaître toute forme simple de vie à la surface de la Terre[5,37].

Même si le Soleil était éternel et stable, le refroidissement interne de la Terre entraînerait la baisse du niveau de CO_2 du fait d'une réduction du volcanisme[38], et 35 % de l'eau des océans descendrait dans le manteau du fait de la baisse des échanges au niveau des dorsales océaniques[39].

« Fin »

Dans le cadre de son évolution, le Soleil deviendra une géante rouge dans plus de 5 milliards d'années. Les modèles prédisent qu'il gonflera jusqu'à atteindre environ 250 fois son rayon actuel[33,40].

Le destin de la Terre est moins clair. En tant que géante rouge, le Soleil va perdre environ 30 % de sa masse, donc sans prendre en compte les effets de marée, la Terre se déplacerait sur une orbite à 1,7 ua (254 316 600 km) du Soleil lorsque celui-ci atteindra sa taille maximale. La planète ne devrait donc pas être engloutie par les couches externes du Soleil même si l'atmosphère restante finira par être « soufflée » dans l'espace, et la croûte terrestre finira par fondre pour se transformer en un océan de lave, lorsque la luminosité solaire atteindra environ 5 000 fois son niveau actuel[33]. Cependant, une simulation de 2008 indique que l'orbite terrestre va se modifier du fait des effets de marées et poussera la Terre à entrer dans l'atmosphère du Soleil où elle sera absorbée et vaporisée[40].

Forme et taille

Forme

Comparaison des tailles des planètes telluriques avec de gauche à droite : Mercure, Venus, la Terre et Mars.

La forme de la Terre est approchée par un ellipsoïde, une sphère aplatie aux pôles[41]. La rotation de la Terre entraîne l'apparition d'un léger bourrelet de sorte que le diamètre à l'équateur est 43 kilomètres plus long que le diamètre polaire (du pôle Nord au pôle Sud)[42]. Le diamètre moyen du sphéroïde de référence (appelé géoïde) est d'environ 12 742 kilomètres, ce qui est approximativement 40 000 kilomètres/π, car le mètre était initialement défini comme 1/10 000 000e (dix-millionième) de la distance de l'équateur au pôle Nord en passant par Paris[43,44].

La topographie locale dévie de ce sphéroïde idéalisé même si à grande échelle, ces variations sont faibles : la Terre a une tolérance d'environ 0,17 % par rapport au sphéroïde parfait. Proportionnellement, c'est un peu moins lisse qu'une boule de billard neuve, alors qu'une boule de billard usée peut présenter des aspérités légèrement plus marquées[45]. Les plus grandes variations dans la surface rocheuse de la Terre sont l'Everest (8 848 mètres au-dessus du niveau de la mer) et la fosse des Mariannes (10 911 mètres sous le niveau de la mer). Du fait du bourrelet équatorial, les lieux les plus éloignés du centre de la Terre sont les sommets du Chimborazo en Équateur et du Huascarán au Pérou[46,47,48]. Pour la même raison, l'embouchure du Mississippi est plus éloignée du centre de la Terre que sa source[49].

Rayon

Le rayon de la Terre est d'environ 6 371 km, selon divers modèles sphériques. La Terre n'étant pas parfaitement sphérique, la distance entre son centre et la surface varie de 6 352,8 km (fond de l'océan Arctique) à 6 384,415 km (sommet du Chimborazo)[50]. Le rayon équatorial est de 6 378,137 0 km, alors que le rayon polaire est de 6 356,752 3 km (modèle ellipsoïde de sphère aplatie aux pôles).

Masse

La masse de la Terre est estimée à 5,972 2 × 10^{24} kg. On la détermine en divisant la constante géocentrique *GM* par la constante de gravitation *G*. Sa précision est limitée par celle de *G*, le produit *GM* pouvant être déduit des mesures de géodésie spatiale avec une précision bien supérieure.

Composition et structure

La Terre est une planète tellurique, c'est-à-dire une planète essentiellement rocheuse à noyau métallique, contrairement aux géantes gazeuses, telles que Jupiter, essentiellement constituées de gaz légers (hydrogène et hélium). Il s'agit de la plus grande des quatre planètes telluriques du Système solaire, que ce soit par la taille ou la masse. De ces quatre planètes, la Terre a aussi la masse volumique globale la plus élevée, la plus forte gravité de surface, le plus puissant champ magnétique global, la vitesse de rotation la plus élevée[51] et est probablement la seule avec une tectonique des plaques active[52].

La surface externe de la Terre est divisée en plusieurs segments rigides, ou plaques tectoniques, qui se déplacent lentement sur la surface sur des durées de plusieurs millions d'années. Environ 71 % de la surface est couverte d'océans d'eau salée, les 29 % restants étant des continents et des îles. L'eau liquide, nécessaire à la vie telle que nous la connaissons, est très abondante sur Terre, et aucune autre planète n'a encore été découverte avec des étendues d'eau liquide (lacs, mers, océans) à sa surface.

La Terre vue depuis Apollo 17 en 1972[b].

Composition chimique

La Terre est principalement composée de fer (32,1 %[54]), d'oxygène (30,1 %), de silicium (15,1 %), de magnésium (13,9 %), de soufre (2,9 %), de nickel (1,8 %), de calcium (1,5 %) et d'aluminium (1,4 %), le reste (1,2 %) consistant en de légères traces d'autres éléments. Les éléments les plus denses ayant tendance à se concentrer au centre de la Terre (phénomène de différenciation planétaire), on pense que le cœur de la Terre est composé majoritairement de fer (88,8 %), avec une plus petite quantité de nickel (5,8 %), de soufre (4,5 %) et moins de 1 % d'autres éléments[55].

Le géochimiste F. W. Clarke a calculé que 47 % (en poids, soit 94 % en volume[56]) de la croûte terrestre était faite d'oxygène, présent principalement sous forme d'oxydes, dont les principaux sont les oxydes de silicium (sous forme de silicates), d'aluminium (aluminosilicates), de fer, de calcium, de magnésium, de potassium et de sodium. La silice est le constituant majeur de la croûte, sous forme de pyroxénoïdes, les minéraux les plus communs des roches magmatiques et métamorphiques. Après une synthèse basée sur l'analyse de 1 672 types de roches, Clarke a obtenu les pourcentages présentés dans le tableau ci-contre[57].

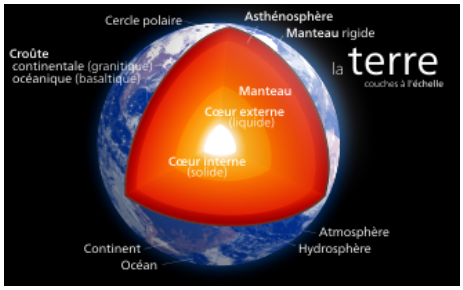
Composition chimique de la croûte[53]

Composé	Formule	Composition	
		Continentale	Océanique
Silice	SiO_2	60,2 %	48,6 %
Oxyde d'aluminium	Al_2O_3	15,2 %	16,5 %
Oxyde de calcium	CaO	5,5 %	12,3 %
Oxyde de magnésium	MgO	3,1 %	6,8 %
Oxyde de fer(II)	FeO	3,8 %	6,2 %
Oxyde de sodium	Na_2O	3,0 %	2,6 %
Oxyde de potassium	K_2O	2,8 %	0,4 %
Oxyde de fer(III)	Fe_2O_3	2,5 %	2,3 %
Eau	H_2O	1,4 %	1,1 %
Dioxyde de carbone	CO_2	1,2 %	1,4 %
Dioxyde de titane	TiO_2	0,7 %	1,4 %
Pentoxyde de phosphore	P_2O_5	0,2 %	0,3 %
Total		**99,6 %**	**99,9 %**

Structure interne

L'intérieur de la Terre, comme celui des autres planètes telluriques, est stratifié, c'est-à-dire organisé en couches concentriques superposées, ayant des densités croissantes avec la profondeur. Ces diverses couches se distinguent par leur nature pétrologique (contrastes chimiques et minéralogiques) et leurs propriétés physiques (changements d'état physique, propriétés rhéologiques). La couche extérieure de la Terre solide, fine à très fine relativement au rayon terrestre, s'appelle la croûte ; elle est solide, et chimiquement distincte du manteau, solide, sur lequel elle repose ; sous l'effet combiné de la pression et de la température, avec la profondeur, le manteau passe d'un état solide fragile (cassant, sismogène, « lithosphérique ») à un état solide ductile (plastique, « asthénosphérique », et donc caractérisé par une viscosité plus faible, quoiqu'encore extrêmement élevée). La surface de contact entre la croûte et le manteau est appelée le Moho ; il se visualise très bien par les méthodes sismiques du fait du fort contraste de vitesse des ondes sismiques, entre les deux côtés. L'épaisseur de la croûte varie de 6 kilomètres sous les océans jusqu'à plus de 50 kilomètres en moyenne sous les continents. La croûte et la partie supérieure froide et rigide du manteau supérieur sont appelés lithosphère ; leur comportement horizontalement rigide à l'échelle du million à la dizaine de millions d'années est à l'origine de la tectonique des plaques. L'asthénosphère se trouve sous la lithosphère et est une couche convective, relativement moins visqueuse sur laquelle la lithosphère se déplace en « plaques minces ». Des changements importants dans la structure cristallographique des divers minéraux du manteau, qui sont des changements de phase au sens thermodynamique, vers respectivement les profondeurs de 410 kilomètres et de 670 kilomètres sous la surface, encadrent une zone dite de transition, définie initialement sur la base des premières images sismologiques. Actuellement, on appelle manteau supérieur la couche qui va du Moho à la transition de phase vers 670 kilomètres de profondeur, la transition à 410 kilomètres de profondeur étant reconnue pour ne pas avoir une importance majeure sur le processus de convection mantellique, au contraire de l'autre. Et l'on appelle donc manteau inférieur la zone comprise entre cette transition de phase à 670 kilomètres de profondeur, et la limite noyau-manteau. Sous le manteau inférieur, le noyau terrestre, composé à presque 90 % de fer métal, constitue une entité chimiquement originale de tout ce qui est au-dessus, à savoir la Terre silicatée. Ce noyau est lui-même stratifié en un noyau externe liquide et très peu visqueux (viscosité de l'ordre de celle d'une huile moteur à 20 °C), qui entoure un noyau interne solide[58] encore appelé graine. Cette graine résulte de la cristallisation du noyau du fait du refroidissement séculaire de la Terre. Cette cristallisation, par la chaleur latente qu'elle libère, est source d'une convection du noyau externe, laquelle est la source du champ magnétique terrestre. L'absence d'un tel champ magnétique sur les autres planètes telluriques laisse penser que leurs noyaux métalliques, dont les présences sont nécessaires pour expliquer les données astronomiques de densité et de moment d'inertie, sont totalement cristallisés. Selon une interprétation encore débattue de données sismologiques, le noyau interne terrestre semblerait tourner à une vitesse angulaire légèrement supérieure à celle du reste de la planète, avançant relativement de 0,1 à 0,5° par an[59].

Couches géologiques de la Terre[60]

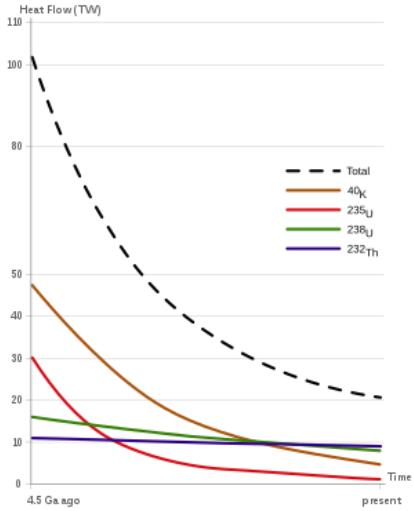


Coupe de la Terre depuis le noyau jusqu'à l'exosphère. Échelle respectée.

Profondeur[61] km	Couche		Densité g/cm³	Épaisseur km	Température °C
0–35	Croûte[c]	Lithosphère[d]	2,2–2,9	35	0–1 100
35–60	Manteau supérieur		3,4–4,4	25	
60–670		Asthénosphère		610	1 100–2 000
670–2 890	Manteau inférieur		4,4–5,6	2 220	2 000–4 000
2 890–5 100	Noyau externe		9,9–12,2	2 210	4 000–6 000
5 100–6 378	Noyau interne		12,8–13,1	1 278	6 000

Chaleur

La chaleur interne de la Terre est issue d'une combinaison de l'énergie résiduelle issue de l'accrétion planétaire (environ 20 %) et de la chaleur produite par les éléments radioactifs (80 %)[62]. Les principaux isotopes producteurs de chaleur de la Terre sont le potassium 40, l'uranium 238, l'uranium 235 et le thorium 232[63]. Au centre de la planète, la température pourrait atteindre 7 000 K et la pression serait de 360 GPa[64]. Comme la plus grande partie de la chaleur est issue de la désintégration des éléments radioactifs, les scientifiques considèrent qu'au début de l'histoire de la Terre, avant que les isotopes à courte durée de vie ne se soient désintégrés, la production de chaleur de la Terre aurait été bien plus importante. Cette production supplémentaire, deux fois plus importante il y a trois milliards d'années qu'aujourd'hui[62], aurait accru les gradients de températures dans la Terre et donc le rythme de la convection mantellique et de la tectonique des plaques, ce qui aurait permis la formation de roches ignées comme les komatiites, qui ne sont plus formées aujourd'hui[65].



Évolution de la puissance thermique radiogénique au cours du temps dans les couches internes de la Terre.

Principaux isotopes producteurs de chaleur actuels[66]

Isotope	Libération de chaleur W/kg isotope	Demi-vie années	Âge en demi-vies	Concentration moyenne dans le manteau kg isotope/kg manteau	Libération de chaleur W/kg manteau
^{238}U	$9{,}46 \times 10^{-5}$	$4{,}47 \times 10^{9}$	1,09	$30{,}8 \times 10^{-9}$	$2{,}91 \times 10^{-12}$
^{235}U	$5{,}69 \times 10^{-4}$	$7{,}04 \times 10^{8}$	6,45	$0{,}22 \times 10^{-9}$	$1{,}25 \times 10^{-13}$
^{232}Th	$2{,}64 \times 10^{-5}$	$1{,}40 \times 10^{10}$	0,32	124×10^{-9}	$3{,}27 \times 10^{-12}$
^{40}K	$2{,}92 \times 10^{-5}$	$1{,}25 \times 10^{9}$	3,63	$36{,}9 \times 10^{-9}$	$1{,}08 \times 10^{-12}$

La perte moyenne de chaleur par la Terre est de 87 mW/m^2 pour une perte globale de $4{,}42 \times 10^{13}$ W[67,68](44,2 TW). Une portion de l'énergie thermique du noyau est transportée vers la croûte par des panaches, une forme de convection où des roches semi-fondues remontent vers la croûte. Ces panaches peuvent produire des points chauds et des trapps[69]. La plus grande partie de la chaleur de la Terre est perdue à travers la tectonique des plaques au niveau des dorsales océaniques. La dernière source importante de perte de chaleur est la conduction à travers la lithosphère, la plus grande partie ayant lieu dans les océans, car la croûte y est plus mince que celle des continents, surtout au niveau des dorsales[70].

Plaques tectoniques

Les plaques tectoniques sont des segments rigides de lithosphère qui se déplacent les uns par rapport aux autres. Les relations cinématiques qui existent aux frontières des plaques peuvent être regroupées en trois domaines : des domaines de convergence où deux plaques se rencontrent, de divergence où deux plaques se séparent et des domaines de transcurrence où les plaques se déplacent latéralement les unes par rapport aux autres. Les tremblements de terre, l'activité volcanique, la formation des montagnes et des fosses océaniques sont plus fréquents le long de ces frontières[73]. Le mouvement des plaques tectoniques est lié aux mouvements de convection ayant lieu dans le manteau terrestre[74].

Du fait du mouvement des plaques tectoniques, le plancher océanique plonge sous les bords des autres plaques. Au même moment, la remontée du magma au niveau des frontières divergentes crée des dorsales. La combinaison de ces processus permet un recyclage continuel de la lithosphère océanique qui retourne dans le manteau. Par conséquent, la plus grande partie du plancher océanique est âgée de moins de 100 millions d'années. La plus ancienne croûte océanique est localisée dans l'ouest du Pacifique et a un âge estimé de 200 millions d'années[75,76]. Par comparaison, les éléments les plus anciens de la croûte continentale sont âgés de 4 030 millions d'années[77].

Il existe sept principales plaques, Pacifique, Nord-Américaine, Eurasienne, Africaine, Antarctique, Australienne et Sud-Américaine. Parmi les plaques importantes, on peut également citer les plaques Arabique, Caraïbe, Nazca à l'ouest de la côte occidentale de l'Amérique du Sud et la plaque Scotia dans le sud de l'océan Atlantique. La plaque australienne fusionna avec la plaque indienne il y a 50 millions d'années. Les plaques océaniques sont les plus rapides : la plaque de Cocos avance à un rythme de 75 mm/an[78] et la plaque pacifique à 52–69 mm/an. À l'autre extrême, la plus lente est la plaque eurasienne progressant à une vitesse de 21 mm/an[79].

Principales plaques[71]

Principales plaques tectoniques.

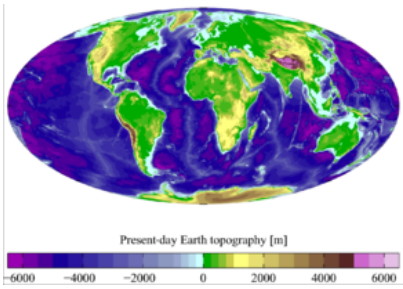
Nom de la plaque	Superficie 10^6 km^2
Plaque africaine[72]	78.0
Plaque antarctique	60,9
Plaque australienne	47,2
Plaque eurasienne	67,8
Plaque nord-américaine	75,9
Plaque sud-américaine	43,6
Plaque pacifique	103,3

Surface

Le relief de la Terre diffère énormément suivant le lieu. Environ 70,8 %[80] de la surface du globe est recouverte par de l'eau et une grande partie du plateau continental se trouve sous le niveau de la mer. Les zones submergées ont un relief aussi varié que les autres dont une dorsale océanique faisant le tour de la Terre ainsi que des volcans sous-marins[42], des fosses océaniques, des canyons sous-marins, des plateaux et des plaines abyssales. Les 29,2 % non recouvertes d'eau sont composés de montagnes, de déserts, de plaines, de plateaux et d'autres géomorphologies.

La surface planétaire subit de nombreuses modifications du fait de la tectonique et de l'érosion. Les éléments de surface construits ou déformés par la tectonique des plaques sont sujets à une météorisation constante du fait des précipitations, des cycles thermiques et des effets chimiques. Les glaciations, l'érosion du littoral, la construction des récifs coralliens et les impacts météoriques[81] contribuent également aux modifications du paysage[réf. nécessaire].

La lithosphère continentale est composée de matériaux de faible densité comme les roches ignées : granite et andésite. Le basalte est moins fréquent et cette roche volcanique dense est le principal constituant du plancher océanique[83]. Les roches sédimentaires se forment par l'accumulation de sédiments qui se compactent. Environ 75 % des surfaces continentales sont recouvertes de roches sédimentaires même si elles ne représentent que 5 % de la croûte[84]. Le troisième type de roche rencontré sur Terre est la roche métamorphique, créée par la transformation d'autres types de roche en présence de hautes pressions, de hautes températures ou les deux. Parmi les silicates les plus abondants de la surface terrestre, on peut citer le quartz, le feldspath, l'amphibole, le mica, le pyroxène et l'olivine[85]. Les carbonates courants sont la calcite (composant du calcaire) et la dolomite[86].



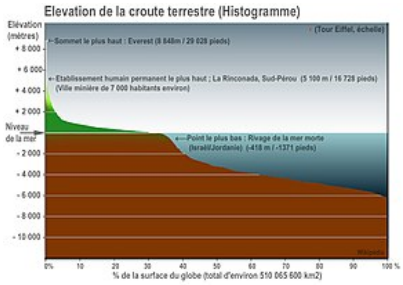
Relevé altimétrique et bathymétrique de la Terre[82].

La pédosphère est la couche la plus externe de la Terre. Elle est composée de sol et est sujette au processus de formation du sol. Elle se trouve à la rencontre de la lithosphère, de l'atmosphère, de l'hydrosphère et de la biosphère. Actuellement, les zones arables représentent 13,31 % de la surface terrestre et seulement 4,71 % supportent des cultures permanentes[87]. Près de 40 % de la surface terrestre est utilisée pour l'agriculture et l'élevage soit environ $1{,}3 \times 10^7$ km^2 de cultures et $3{,}4 \times 10^7$ km^2 de pâturage[88].

L'altitude de la surface terrestre de la Terre varie de −418 mètres au niveau des rives de la mer Morte à 8 848 mètres au sommet de l'Everest. L'altitude moyenne des terres émergées est de 840 mètres au-dessus du niveau de la mer[89].

Hydrosphère

L'abondance de l'eau sur la surface de la Terre est une caractéristique unique qui distingue la « planète bleue » des autres planètes du Système solaire. L'hydrosphère terrestre est principalement composée par les océans, mais techniquement elle inclut également les mers, les lacs, les rivières et les eaux souterraines jusqu'à une profondeur de 2 000 mètres. La Challenger Deep de la fosse des Mariannes dans l'océan Pacifique est le lieu immergé le plus profond avec une profondeur de 10 911 mètres[e, 90].



Histogramme (rétro-cumulé) d'élévation de la Terre, dit encore courbe hypsométrique terrestre.

La masse des océans est d'environ $1{,}35 \times 10^{18}$ t , soit environ 1/4 400e de la masse totale de la Terre. Les océans couvrent une superficie de $3{,}618 \times 10^8$ km^2 avec une profondeur moyenne de 3 682 mètres, soit un volume estimé à $1{,}332 \times 10^9$ km^3[91]. Environ 97,5 % de l'eau terrestre est salée. Les 2,5 % restants sont composés d'eau douce, mais environ 68,7 % de celle-ci est immobilisée sous forme de glace[92].

La salinité moyenne des océans est d'environ 35 grammes de sel par kilogramme d'eau de mer (35 ‰)[93]. La plupart de ce sel fut libéré par l'activité volcanique ou par l'érosion des roches ignées[94]. Les océans sont également un important réservoir de gaz atmosphériques dissous qui sont essentiels à la survie de nombreuses formes de vie aquatiques[95]. L'eau de mer a une grande influence sur le climat mondial du fait de l'énorme réservoir de chaleur que constituent les océans[96]. Des changements dans les températures océaniques peuvent entraîner des phénomènes météorologiques très importants comme El Niño[97].

Atmosphère

La Terre est entourée d'une enveloppe gazeuse qu'elle retient par attraction gravitationnelle : l'atmosphère. L'atmosphère de la Terre est intermédiaire entre celle, très épaisse, de Vénus, et celle, très ténue, de Mars. La pression atmosphérique au niveau de la mer est en moyenne de 101 325 Pa, soit 1 atm par définition[98]. L'atmosphère est constituée de 78,09 % d'azote, de 20,95 % d'oxygène, de 0,93 % d'argon et de 0,039 % de dioxyde de carbone, ainsi que de divers autres gaz dont de la vapeur d'eau. La hauteur de la troposphère varie avec la latitude entre 8 kilomètres aux pôles et 17 kilomètres à l'équateur, avec quelques variations résultant de facteurs météorologiques et saisonniers[99].

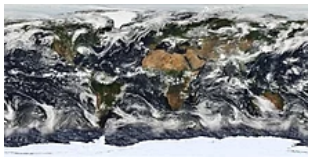
La biosphère de la Terre a fortement altéré son atmosphère. La photosynthèse à base d'oxygène apparut il y a 2,7 milliards d'années et forma l'atmosphère actuelle, principalement composée d'azote et d'oxygène. Ce changement permit la prolifération d'organismes aérobies de même que la formation de la couche d'ozone bloquant les rayons ultraviolets émis par le Soleil. L'atmosphère favorise également la vie en transportant la vapeur d'eau, en fournissant des gaz utiles, en faisant brûler les petites météorites avant qu'elles ne frappent la surface et en modérant les températures[100]. Ce dernier phénomène est connu sous le nom d'effet de serre : des molécules présentes en faible quantité dans l'atmosphère bloquent la déperdition de chaleur dans l'espace et font ainsi augmenter la température globale. La vapeur d'eau, le dioxyde de carbone, le méthane et l'ozone sont les principaux gaz à effet de serre de l'atmosphère terrestre. Sans cette conservation de la chaleur, la température moyenne sur Terre serait de −18 °C par rapport aux 15 °C actuels[80].

Météorologie et climat

L'atmosphère terrestre n'a pas de limite clairement définie, elle disparaît lentement dans l'espace. Les trois-quarts de la masse de l'air entourant la Terre sont concentrés dans les premiers 11 kilomètres de l'atmosphère. Cette couche la plus inférieure est appelée la troposphère. L'énergie du Soleil chauffe cette couche et la surface en dessous, ce qui entraîne une expansion du volume atmosphérique par dilatation de l'air, ce qui a pour effet de réduire sa densité et ce qui l'amène à s'élever et à être remplacé par de l'air plus dense, car plus froid. La circulation atmosphérique qui en résulte est un acteur déterminant dans le climat et la météorologie du fait de la redistribution de la chaleur, entre les différentes couches d'air qu'elle implique[101].

Les principales bandes de circulations sont les alizés dans la région équatoriale à moins de 30° et les vents d'ouest dans les latitudes intermédiaires entre 30° et 60°[102]. Les courants océaniques sont également importants dans la détermination du climat, en particulier la circulation thermohaline qui distribue l'énergie thermique des régions équatoriales vers les régions polaires[103].

La vapeur d'eau générée par l'évaporation de surface est transportée par les mouvements atmosphériques. Lorsque les conditions atmosphériques permettent une élévation de l'air chaud et humide, cette eau se condense et retombe sur la surface sous forme de précipitations[101]. La plupart de l'eau est ensuite transportée vers les altitudes inférieures par les réseaux fluviaux et retourne dans les océans ou dans les lacs. Ce cycle de l'eau est un mécanisme vital au soutien de la vie sur Terre et joue un rôle primordial dans l'érosion des reliefs terrestres. La distribution des précipitations est très variée, de plusieurs mètres à moins d'un millimètre par an. La circulation atmosphérique, les caractéristiques topologiques et les gradients de températures déterminent les précipitations moyenne sur une région donnée[104].


Couverture nuageuse de la Terre photographiée par le satellite Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer de la NASA.

La quantité d'énergie solaire atteignant la Terre diminue avec la hausse de la latitude. Aux latitudes les plus élevées, les rayons solaires atteignent la surface suivant un angle plus faible et doivent traverser une plus grande colonne d'atmosphère. Par conséquent, la température moyenne au niveau de la mer diminue d'environ 0,4 °C à chaque degré de latitude en s'éloignant de l'équateur[105]. La Terre peut être divisée en ceintures latitudinaires de climat similaires. En partant de l'équateur, celles-ci sont les zones tropicales (ou équatoriales), subtropicales, tempérées et polaires[106]. Le climat peut également être basé sur les températures et les précipitations. La classification de Köppen (modifiée par Rudolph Geiger, étudiant de Wladimir Peter Köppen) est la plus utilisée et définit cinq grands groupes (tropical humide, aride, tempéré, continental et polaire) qui peuvent être divisés en sous-groupes plus précis[102].

Haute atmosphère

Au-dessus de la troposphère, l'atmosphère est habituellement divisée en trois couches, la stratosphère, la mésosphère et la thermosphère[100]. Chaque couche possède un gradient thermique adiabatique différent définissant l'évolution de la température avec l'altitude. Au-delà, l'exosphère se transforme en magnétosphère, où le champ magnétique terrestre interagit avec le vent solaire[107]. La couche d'ozone se trouve dans la stratosphère et bloque une partie des rayons ultraviolets, ce qui est important pour la vie sur Terre. La ligne de Kármán, définie comme se trouvant à 100 kilomètres au-dessus de la surface terrestre, est la limite habituelle entre l'atmosphère et l'espace[108].

Photographie montrant la Lune à travers l'atmosphère terrestre. NASA.

L'énergie thermique peut accroître la vitesse de certaines particules de la zone supérieure de l'atmosphère qui peuvent ainsi échapper à la gravité terrestre. Cela entraîne une lente, mais constante « fuite » de l'atmosphère dans l'espace. Comme l'hydrogène non lié a une faible masse moléculaire, il peut atteindre la vitesse de libération plus facilement et disparaît dans l'espace à un rythme plus élevé que celui des autres gaz[109]. La fuite de l'hydrogène dans l'espace déplace la Terre d'un état initialement réducteur à un état actuellement oxydant. La photosynthèse fournit une source d'oxygène non lié, mais la perte d'agents réducteurs comme l'hydrogène est considérée comme une condition nécessaire à l'accumulation massive d'oxygène dans l'atmosphère[110]. Ainsi, la capacité de l'hydrogène à quitter l'atmosphère terrestre aurait pu influencer la nature de la vie qui s'est développée sur la planète[111]. Actuellement, la plus grande partie de l'hydrogène est convertie en eau avant qu'il ne s'échappe du fait de l'atmosphère riche en oxygène. La plupart de l'hydrogène s'échappant provient de la destruction des molécules de méthane dans la haute atmosphère[112].

Champ magnétique

Le champ magnétique terrestre a pour l'essentiel la forme d'un dipôle magnétique avec les pôles actuellement situés près des pôles géographiques de la planète. À l'équateur du champ magnétique, son intensité à la surface terrestre est de 3,05 $\times 10^{-5}$ T, avec un moment magnétique global de 7,91 $\times 10^{15}$ T m^3[113]. Selon la théorie de la dynamo, le champ est généré par le cœur externe fondu où la chaleur crée des mouvements de convection au sein de matériaux conducteurs, ce qui génère des courants électriques. Ceux-ci produisent le champ magnétique terrestre. Les mouvements de convection dans le noyau externe sont organisés spatialement selon un mode spécifique de cette géométrie (colonnes de Busse), mais présentent néanmoins une composante temporelle relativement chaotique (au sens de la dynamique non-linéaire) ; bien que le plus souvent plus ou moins alignés avec l'axe de rotation de la Terre, les pôles magnétiques se déplacent et changent irrégulièrement d'alignement. Cela entraîne des inversions du champ magnétique terrestre à intervalles irréguliers, approximativement plusieurs fois par million d'années pour la période actuelle, le Cénozoïque. L'inversion la plus récente eut lieu il y a environ 700 000 ans[114, 115].

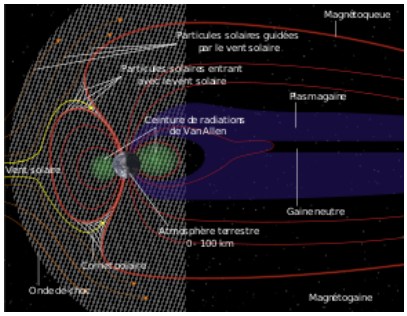


Schéma de la magnétosphère terrestre. Le vent solaire progresse de la gauche vers la droite.

Le champ magnétique forme la magnétosphère qui dévie les particules du vent solaire et s'étend jusqu'à environ treize fois le rayon terrestre en direction du Soleil. La collision entre le champ magnétique et le vent solaire forme les ceintures de Van Allen, une paire de régions toroïdales contenant un grand nombre de particules énergétiques ionisées. Lorsque, à l'occasion d'arrivées de plasma solaire plus intenses que le vent solaire moyen, par exemple lors d'événements d'éjections de masse coronale vers la Terre, la déformation de la géométrie de la magnétosphère sous l'impact de ce flux solaire permet le processus de reconnexion magnétique, et une partie des électrons de ce plasma solaire entre dans l'atmosphère terrestre en une ceinture autour aux pôles magnétiques ; il se forme alors des aurores polaires[116], qui sont l'émission d'une lumière de fluorescence résultant de la désexcitation des atomes et molécules, essentiellement d'oxygène de la haute et moyenne atmosphère, excités par les chocs des électrons solaires [réf. nécessaire].

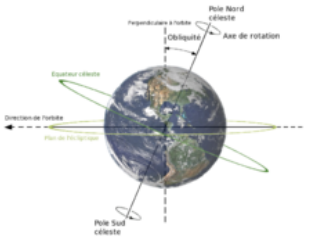
Orbite et rotation

Rotation

La période de rotation relative de la Terre par rapport au Soleil est d'environ 86 400 s soit un jour solaire[117]. La période de rotation relative de la Terre par rapport aux étoiles fixes, appelé son *jour stellaire* par l'International Earth Rotation and Reference Systems Service (IERS), est de 86 164,098 903 691 secondes de temps solaire moyen (UT1) ou 23 h 56 min 4,098903691 s[118, f]. Du fait de la précession des équinoxes, la période de rotation relative de la Terre, son jour sidéral est de 23 h 56 min 4,09053083288 s[118]. Ainsi le jour sidéral est plus court que le jour stellaire d'environ 8,4 ms[119].

À part des météorites dans l'atmosphère et les satellites en orbite basse, le principal mouvement apparent des corps célestes dans le ciel terrestre est vers l'ouest à un rythme de 15°/h ou 15'/min. Pour les corps proches de l'équateur céleste, cela est équivalent à un diamètre apparent de la Lune ou du Soleil toutes les deux minutes[120, 121].

Avant la création de la Lune, on suppose que l'axe de rotation de la Terre oscillait en permanence, ce qui rendait difficile l'apparition de la vie à sa surface pour causes de dérèglement climatique. Puis, une petite planète de la taille de Mars nommée Théia serait entrée en collision avec la Terre et aurait créé la Lune. L'apparition de cette dernière aurait stabilisé l'axe de rotation de la Terre[réf. nécessaire].



Inclinaison de l'axe terrestre (aussi appelé *obliquité*) et sa relation avec l'équateur céleste et le plan de l'écliptique, ainsi qu'avec l'axe de rotation de la Terre.

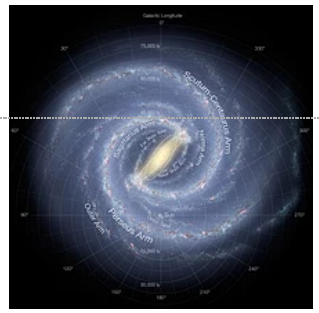
Orbite

La Terre orbite autour du Soleil à une distance moyenne d'environ 150 millions de kilomètres suivant une période de 365,256 4 jours solaires ou une année sidérale. De la Terre, cela donne un mouvement apparent du Soleil vers l'est par rapport aux étoiles à un rythme d'environ 1°/jour ou un diamètre solaire toutes les 12 heures. Du fait de ce mouvement, il faut en moyenne 24 heures, un jour solaire, à la Terre pour réaliser une rotation complète autour de son axe et que le Soleil revienne au plan méridien. La vitesse orbitale de la Terre est d'environ 29,8 km/s (107 000 km/h)[98].

La Lune et la Terre tournent autour de leur barycentre commun en 27,32 jours (par rapport aux étoiles lointaines). En associant ce mouvement à celui du couple Terre-Lune autour du Soleil, on obtient que la période du mois synodique (d'une nouvelle lune à la nouvelle lune suivante) est de 29,53 jours. Vus depuis le pôle céleste nord, les mouvements de la Terre, de la Lune et de leurs rotations axiales sont tous dans le sens direct (le même que celui de la rotation du Soleil). Les plans orbitaux et axiaux ne sont pas précisément alignés, l'axe de la Terre est incliné de 23,4° par rapport à la perpendiculaire au plan orbital Terre-Soleil et le plan orbital Terre-Lune est incliné de 5° par rapport au plan orbital Terre-Soleil. Sans cette inclinaison, il y aurait une éclipse toutes les deux semaines, avec une alternance entre éclipses lunaires et solaires[98, 122].

La sphère de Hill ou la sphère d'influence gravitationnelle de la Terre a un rayon d'environ 1 500 000 kilomètres[123, g]. C'est la distance maximale à laquelle l'influence gravitationnelle de la Terre est supérieure à celle du Soleil et des autres planètes. Pour orbiter autour de la Terre, les objets doivent se trouver dans cette zone où ils peuvent être perturbés par l'attraction gravitationnelle du Soleil[réf. nécessaire].

La Terre, au sein du Système solaire, est située dans la Voie lactée et se trouve à 28 000 années-lumière du centre galactique. Elle est actuellement à environ 20 années-lumière du plan équatorial de la galaxie dans le bras d'Orion[124].


Représentation de la Voie lactée montrant l'emplacement du Soleil.

Inclinaison de l'axe et saisons

La Terre et la Lune photographiées depuis Mars par la sonde Mars Reconnaissance Orbiter. Depuis l'espace, la Terre présente des phases similaires à celles de la Lune.

Du fait de l'inclinaison axiale de la Terre, la quantité de rayonnement solaire atteignant tout point de la surface varie au cours de l'année. Cela a pour conséquence des changements saisonniers dans le climat avec un été dans l'hémisphère nord lorsque le pôle nord pointe vers le Soleil et l'hiver lorsque le pôle pointe dans l'autre direction. Durant l'été, les jours durent plus longtemps et le Soleil monte plus haut dans le ciel. En hiver, le climat devient généralement plus froid et les jours raccourcissent. Au-delà du cercle Arctique, il n'y a aucun jour durant une partie de l'année, ce qui est appelé une nuit polaire. Dans l'hémisphère sud, la situation est exactement l'inverse.

Par convention astronomique, les quatre saisons sont déterminées par les solstices, lorsque le point de l'orbite où l'inclinaison vers ou dans la direction opposée du Soleil est maximale et les équinoxes lorsque la direction de l'inclinaison de l'axe et la direction au Soleil sont perpendiculaires. Dans l'hémisphère nord, le solstice d'hiver a lieu le 21 décembre, le solstice d'été est proche du 21 juin, l'équinoxe de printemps a lieu autour du 20 mars et l'équinoxe d'automne vers le 21 septembre. Dans l'hémisphère sud, la situation est inversée et les dates des solstices d'hiver et d'été et celles des équinoxes de printemps et d'automne sont aussi inversées[125].

L'angle d'inclinaison de la Terre est relativement stable au cours du temps. L'inclinaison entraîne la nutation, un balancement périodique ayant une période de 18,6 années[126]. L'orientation (et non l'angle) de l'axe de la Terre évolue et réalise un cycle complet en 25 771 années. Cette précession des équinoxes est la cause de la différence de durée entre une année sidérale et une année tropique. Ces deux mouvements sont causés par le couple qu'exercent les forces de marées de la Lune et du Soleil sur le renflement équatorial de la Terre. De plus, les pôles se déplacent périodiquement par rapport à la surface de la Terre selon un mouvement connu sous le nom d'oscillation de Chandler[127].

À l'époque moderne, le périhélie de la Terre a lieu vers le 3 janvier et l'aphélie vers le 4 juillet. Ces dates évoluent au cours du temps du fait de la précession et d'autres facteurs orbitaux qui suivent un schéma cyclique connu sous le nom de paramètres de Milanković.

Cortège de la Terre

Satellites

La Lune

La Terre a un seul satellite naturel « permanent » connu, la Lune, située à environ 380 000 kilomètres de la Terre. Relativement grand, son diamètre est environ le quart de celui de la Terre. Au sein du Système solaire, c'est l'un des plus grands satellites naturels (après Ganymède, Titan, Callisto et Io) et le plus grand d'une planète non gazeuse. De plus, c'est la plus grande lune du Système solaire par rapport à la taille de sa planète (même si Charon est relativement plus grand par rapport à la planète naine Pluton). Elle est relativement proche de la taille de la planète Mercure (environ les trois quarts du diamètre de cette dernière). Les satellites naturels orbitant autour des autres planètes sont communément appelés « lunes » en référence à la Lune de la Terre.

L'attraction gravitationnelle entre la Terre et la Lune cause les marées sur Terre. Le même effet a eu lieu sur la Lune, de sorte que sa période de rotation est identique au temps qu'il lui faut pour orbiter autour de la Terre, et qu'elle présente ainsi toujours la même face vers la Terre. En orbitant autour de la Terre, différentes parties du côté visible de la Lune sont illuminées par le Soleil, causant les phases lunaires.

Caractéristiques

Diamètre	3 474,8 km
Masse	$7{,}349 \times 10^{22}$ kg
Demi-grand axe	384 400 km
Période orbitale	27 j 7 h 43,7 min

Face visible de la Lune.

À cause du couple des marées, la Lune s'éloigne de la Terre à un rythme d'environ 38 millimètres par an, produisant aussi l'allongement du jour terrestre de 23 microsecondes par an[128]. Sur plusieurs millions d'années, l'effet cumulé de ces petites modifications produit d'importants changements. Durant la période du Dévonien, il y a approximativement 410 millions d'années, il y avait ainsi 400 jours dans une année, chaque jour durant 21,8 heures[129].

La Lune pourrait avoir eu une influence dans le développement de la vie en régulant le climat de la Terre. Les observations paléontologiques et les simulations informatiques en mécanique planétaire montrent que l'inclinaison de l'axe de la Terre est stabilisée par les effets de marées avec la Lune[130]. Certains scientifiques considèrent que sans cette stabilisation contre les couples appliqués par le Soleil et les planètes sur le renflement équatorial, l'axe de rotation aurait pu être très instable, ce qui aurait provoqué des changements chaotiques de son inclinaison au cours des temps géologiques et pour des échelles de durées supérieures à typiquement quelques dizaines de millions d'années, comme cela semble avoir été le cas pour Mars[131].

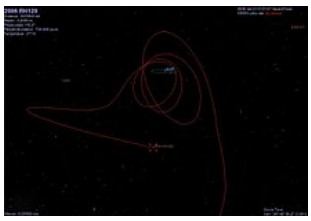
La Lune est aujourd'hui à une distance de la Terre telle que, vue depuis celle-ci, notre satellite a à peu près la même taille apparente (taille angulaire) que le Soleil. Le diamètre angulaire (ou l'angle solide) des deux corps est quasiment identique, car même si le diamètre du Soleil est 400 fois plus important que celui de la Lune, celle-ci est 400 fois plus rapprochée de la Terre que notre étoile[121]. Ceci permet de voir sur Terre et à notre époque géologique, des éclipses solaires totales ou annulaires (en fonction des petites variations de distance Terre-Lune, liées à la très légère ellipticité de l'orbite sélène).

Le consensus actuel sur les origines de la Lune est en faveur de l'hypothèse de l'impact géant entre un planétoïde de la taille de Mars, appelé Théia, et la proto-Terre nouvellement formée. Cette hypothèse explique en partie le fait que, en ce qui concerne la croûte lunaire, la composition chimique, principalement pour de nombreux éléments-trace, ainsi qu'en isotopie, principalement celle de l'oxygène (en gros, la moitié des atomes), ressemble particulièrement à celle de la croûte terrestre[132].

Représentation avec une même échelle métrique, des tailles de la Terre et de la Lune, et de leur distance.

Un second satellite naturel ?

Les modèles informatiques des astrophysiciens Mikael Granvik, Jérémie Vaubaillon et Robert Jedicke suggèrent que des « satellites temporaires » devraient être tout à fait communs et que « à tout instant, il devrait y avoir au moins un satellite naturel, possédant un diamètre de 1 mètre, en orbite autour de la Terre »[trad 1, 133]. Ces objets resteraient en orbite durant en moyenne dix mois avant de revenir dans une orbite solaire.



2006 RH120 en orbite autour de la Terre. L'orbite de la Lune est également représentée.

L'une des premières mentions dans la littérature scientifique d'un satellite temporaire est celle de Clarence Chant lors de la grande procession météorique de 1913[134] :

> « Il semblerait que les corps ayant voyagé à travers l'espace, probablement selon une orbite autour du Soleil et passant près de la Terre, auraient pu être capturés par celle-ci et être amenés à se déplacer autour d'elle comme un satellite[trad 2, 135]. »

Dans les faits, un tel objet est connu. En effet, entre 2006 et 2007, 2006 RH_{120} était effectivement temporairement en orbite autour de notre planète plutôt qu'autour du Soleil[136].

Le 21 septembre 2012, des chutes de météorites ont lieu sur les îles Britanniques et l'Amérique du Nord. L'origine de ces météorites pourrait être un petit corps en orbite autour de la Terre[137].

Satellites artificiels

En janvier 2014, on compte 1 167 satellites artificiels en orbite autour de la Terre (contre 931 en 2011)[138].

Quasi-satellites et autres objets du cortège entourant la Terre

Troyens

Dans le système Soleil-Terre

2010 TK_7 est le premier astéroïde troyen connu de la Terre, autour du point de Lagrange L_4 du couple Terre-Soleil, 60° en avance par rapport à la Terre sur son orbite autour du Soleil.

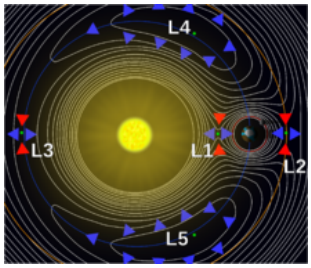
Dans le système Terre-Lune

Les nuages de Kordylewski graviteraient aux points L_4 et L_5 du système Terre-Lune, mais leur existence reste incertaine à ce jour.

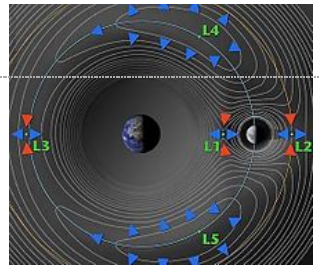
Quasi-satellites

La Terre a au moins sept quasi-satellites :

(3753) Cruithne · 2002 AA_{29} · 2003 YN_{107} · 2001 GO_2 · (164207) 2004 GU_9 · (54509) YORP · (419624) 2010 SO_{16}



Points de Lagrange du système Terre-Soleil.



Points de Lagrange du système Terre-Lune.

Habitabilité

Une planète qui peut abriter la vie est dite habitable même si la vie n'y est pas présente, ou n'en est pas originaire. La Terre fournit de l'eau liquide, des environnements où les molécules organiques complexes peuvent s'assembler et interagir, et suffisamment d'une énergie dite « douce » pour maintenir, pendant une durée suffisamment longue, un système de métabolismes[139]. La distance de la Terre au Soleil, de même que son excentricité orbitale, sa vitesse de rotation, l'inclinaison de son axe, son histoire géologique, une atmosphère restée non-agressive pour les molécules organiques malgré une évolution de composition chimique drastique, et un champ magnétique protecteur contribuent également, depuis l'apparition de la vie terrestre, aux conditions d'habitabilité à sa surface[140].

Biosphère

Les formes de vie de la planète sont parfois désignées comme formant une « biosphère ». On considère généralement que cette biosphère a commencé à évoluer il y a environ 3,5 milliards d'années. La biosphère est divisée en plusieurs biomes, habités par des groupes similaires de plantes et d'animaux. Sur terre, les biomes sont principalement séparés par des différences de latitudes, l'altitude et l'humidité. Les biomes terrestres se trouvant au-delà des cercles Arctique et Antarctique, en haute altitude ou dans les zones très arides sont relativement dépourvus de vie animale et végétale alors que la biodiversité est maximale dans les forêts tropicales humides[141].

Ressources naturelles

La Terre fournit des ressources qui sont exploitables par les humains pour diverses utilisations. Certaines ne sont pas renouvelables, comme les combustibles fossiles, qui sont difficiles à reconstituer sur une courte échelle de temps. D'importantes quantités de combustibles fossiles peuvent être obtenues de la croûte terrestre, comme le charbon, le pétrole, le gaz naturel ou les hydrates de méthane. Ces dépôts sont utilisés pour la production d'énergie, et en tant que matière première pour l'industrie chimique. Les minerais se sont formés dans la croûte terrestre et sont constitués de divers éléments chimiques utiles comme les métaux[142].

Le village d'Ilpendam aux Pays-Bas : les habitations ont été construites en tenant compte des cours d'eau traversant la région.

La biosphère terrestre produit de nombreuses ressources biologiques pour les humains, comme de la nourriture, du bois, des médicaments, de l'oxygène et assure également le recyclage de nombreux déchets organiques. Les écosystèmes terrestres dépendent de la couche arable et de l'eau douce, tandis que les écosystèmes marins sont basés sur les nutriments dissous dans l'eau[143]. Les humains vivent également sur terre en utilisant des matériaux de construction pour fabriquer des abris. En 1993, l'utilisation humaine des terres était approximativement répartie ainsi :

Utilisation des terres	Terres arables	Cultures permanentes	Pâturages permanents	Forêts	Zones urbaines	Autres
Pourcentage	13,13 %[87]	4,71 %[87]	26 %	32 %	1,5 %	30 %

La superficie irriguée estimée en 1993 était de 2 481 250 km^2[87].

Risques environnementaux

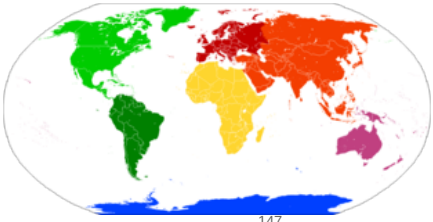
D'importantes zones de la surface terrestre sont sujettes à des phénomènes météorologiques extrêmes comme des cyclones, des ouragans ou des typhons qui dominent la vie dans ces régions. De 1980 à 2000, ces événements ont causé environ 11 800 morts par an[144]. De même, de nombreuses régions sont exposées aux séismes, aux glissements de terrain, aux éruptions volcaniques, aux tsunamis, aux tornades, aux dolines, aux blizzards, aux inondations, aux sécheresses, aux incendies de forêt et autres calamités et catastrophes naturelles.

De nombreuses régions sont sujettes à la pollution de l'air et de l'eau créée par l'homme, aux pluies acides, aux substances toxiques, à la perte de végétation (surpâturage, déforestation, désertification), à la perte de biodiversité, à la dégradation des sols, à l'érosion et à l'introduction d'espèces invasives.

Selon les Nations unies, un consensus scientifique existe qui lie les activités humaines au réchauffement climatique du fait des émissions industrielles de dioxyde de carbone, et plus généralement des gaz à effet de serre. Cette modification du climat risque de provoquer la fonte des glaciers et des calottes glaciaires, des amplitudes de température plus extrêmes, d'importants changements de la météorologie et une élévation du niveau de la mer[145, 146].

Géographie humaine

Image composite de la Terre pendant la nuit réalisée par les satellites du Suomi NPP en 2016. Cette image n'est pas une photographie et de nombreux éléments sont plus lumineux que ce qu'ils apparaîtraient en cas d'observation directe.



Les sept continents de la Terre[147] :

- Amérique du Nord
- Amérique du Sud
- Antarctique
- Afrique
- Europe
- Asie
- Océanie

La Terre compte approximativement 7,3 milliards d'habitants en 2015[148]. Les projections indiquent que la population mondiale atteindra 9,7 milliards d'habitants en 2050[148]. La plupart de cette croissance devrait se faire dans les pays en développement. La région de l'Afrique subsaharienne a le taux de natalité le plus élevé au monde. La densité de population humaine varie considérablement autour du monde, mais une majorité vit en Asie. En 2020, 60 % de la population devrait vivre dans des zones urbaines plutôt que rurales[149].

On estime que seul un-huitième de la surface de la Terre convient pour les humains ; trois-quarts de la Terre sont recouverts par les océans et la moitié des terres émergées sont des déserts (14 %)[150], des hautes montagnes (27 %)[151] ou d'autres milieux peu accueillants. L'implantation humaine permanente la plus au nord est Alert sur l'île d'Ellesmere au Canada (82°28′N)[152]. La plus au sud est la station d'Amundsen-Scott en Antarctique située près du pôle sud (90°S)[réf. nécessaire].

La totalité des terres émergées, à l'exception de certaines zones de l'Antarctique et du Bir Tawil non revendiqué que ce soit par l'Égypte ou le Soudan, sont revendiquées par des nations indépendantes. En 2011, on compte 204 États souverains dont 193 sont membres des Nations unies. De plus, il existe 59 territoires à souveraineté limitée et de nombreuses entités autonomes ou contestées[87]. Historiquement la Terre n'a jamais connu une souveraineté s'étendant sur l'ensemble de la planète même si de nombreuses nations ont tenté d'obtenir une domination mondiale et ont échoué[153].

L'Organisation des Nations unies est une organisation internationale qui fut créée dans le but de régler pacifiquement les conflits entre nations[154]. Les Nations unies servent principalement de lieu d'échange pour la diplomatie et le droit international public. Lorsque le consensus est obtenu entre les différents membres, une opération armée peut être envisagée[155].

Le premier astronaute humain à avoir orbité autour de la Terre fut Youri Gagarine le 12 avril 1961[156]. Au total, en 2015, environ 550 personnes se sont rendues dans l'espace et douze d'entre elles ont marché sur la Lune[157, 158, 159]. En temps normal, au début du 21e siècle, les seuls humains dans l'espace sont ceux se trouvant dans la station spatiale internationale qui est habitée en permanence, les stations spatiales chinoises n'ayant eu dans les années 2010 que des séjours de courtes durées. Les astronautes de la mission Apollo 13 sont les humains qui se sont le plus éloignés de la Terre avec 400 171 kilomètres en 1970[160].

Lire le média

Vidéo réalisée par l'équipage de la station spatiale internationale commençant juste au sud-est de l'Alaska. La première ville survolée par l'ISS est San Francisco (vers 10 secondes sur la droite) puis la station continue le long de la côte ouest des États-Unis avant de survoler Mexico (vers 23 secondes au centre). De nombreux orages avec de la foudre sont clairement visibles. Le survol de la cordillère des Andes se termine au-dessus de la capitale administrative bolivienne, La Paz.

Point de vue philosophique et culturel

Représentations passées

Dans le passé, la croyance en une terre plate[161] fut contredite par les observations et par les circumnavigations et le modèle d'une Terre sphérique s'imposa[162].

À la différence des autres planètes du Système solaire, l'humanité n'a pas considéré la Terre comme un objet mobile en rotation autour du Soleil avant le XVIe siècle[163]. La Terre a souvent été personnifiée en tant que déité, en particulier sous la forme d'une déesse. Les mythes de la création de nombreuses religions relatent la création de la Terre par une ou plusieurs divinités[réf. nécessaire].

Point de vue minoritaire

Quelques groupes religieux souvent affiliés aux branches fondamentalistes du protestantisme[164] et de l'islam[165] avancent que leur interprétation des mythes de la création dans les textes sacrés est la vérité et que celle-ci devrait être considérée comme l'égale des hypothèses scientifiques conventionnelles concernant la formation de la Terre et le développement de la vie voire devrait les remplacer[166]. De telles affirmations sont rejetées par la communauté scientifique[167, 168] et par les autres groupes religieux[169, 170, 171].

Aujourd'hui : la finitude écologique

La vision humaine concernant la Terre a évolué depuis les débuts de l'aérospatiale et la biosphère est maintenant vue selon une perspective globale[172, 173]. Cela est reflété dans le développement de l'écologie qui s'inquiète de l'impact de l'humanité sur la planète[174].

Dès 1945, Paul Valéry, dans son ouvrage *Regards sur le monde actuel*, estimait que « le temps du monde fini commence »[175]. Par « monde », il n'entendait pas le monde-univers des Anciens, mais *notre monde* actuel, c'est-à-dire, la Terre et l'ensemble de ses habitants.

Bertrand de Jouvenel a évoqué la finitude de la Terre dès 1968[176].

Le philosophe Dominique Bourg, spécialiste de l'éthique du développement durable, évoque la découverte de la finitude écologique de la Terre dans *la nature en politique ou l'enjeu philosophique de l'écologie* (2000). Estimant que cette finitude est suffisamment connue et prouvée pour qu'il soit inutile de l'illustrer, il souligne qu'elle a entraîné dans nos représentations un changement radical de la relation entre l'universel et le singulier. Alors que le paradigme moderne classique postulait que l'universel commandait le singulier, et le général le particulier, on ne peut pas y réduire la relation entre le planétaire et le local. Dans l'univers systémique de l'écologie, la biosphère (le planétaire) et les biotopes (le local) sont interdépendants. Cette interdépendance du local et du planétaire fait voler en éclats le principe moteur de la modernité, qui tendait à abolir toute particularité locale au profit de principes généraux, ce en quoi le projet moderne fut proprement utopique. La preuve expérimentale du raccordement symbolique de l'écologie à la culture a été fournie par les réactions des premiers astronautes qui, en 1969, ont pu observer notre planète à partir de la Lune. Ils dirent que la Terre était belle, précieuse, et fragile. C'est-à-dire que l'Homme a le devoir de la protéger[177].

La finitude écologique de la Terre est une question devenue tellement prégnante que certains philosophes (Heidegger, Grondin, Schürch) ont pu parler d'une éthique de la finitude[178].

Les concepts d'empreinte écologique et de biocapacité permettent d'appréhender les problèmes liés à la finitude écologique de la Terre[réf. nécessaire].

Notes et références

Notes

- (en) Cet article est partiellement ou en totalité issu de l'article de Wikipédia en anglais intitulé « Earth (https://en.wikipedia.org/wiki/Earth?oldid=392360355) » (voir la liste des auteurs (https://en.wikipedia.org/wiki/Earth?action=history)).

a. Le nombre de jours solaires est inférieur de un au nombre de jours sidéraux, car le mouvement de rotation de la Terre autour du Soleil ajoute une révolution de la planète autour de son axe.

b. La Bille bleue, photographie prise par l'équipage d'Apollo 17 le 7 décembre 1972. L'année 2009 marque le 50e anniversaire de la première photographie couleur à avoir été envoyée de l'espace le 1er décembre 1959.

c. Peut localement varier entre 5 et plus de 70 kilomètres.

d. Peut localement varier entre 5 et 200 kilomètres.

e. Cette mesure fut effectuée par le navire *Kaikō* en mars 1995 et est considérée comme la plus précise. Voir l'article sur Challenger Deep pour plus de détails.

f. Aoki, la meilleure source pour ces chiffres, emploie le terme de « secondes d'UT1 » au lieu de « secondes de temps solaire moyen ».—(en) S. Aoki, « The new definition of universal time », *Astronomy and Astrophysics*, vol. 105, nº 2, 1982, p. 359–361 (Bibcode 1982A&A...105..359A (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1982A%26A...105..359A)).

g. Pour la Terre, le rayon de Hill est $R_{\mathrm{H}} = a\left(\frac{m}{3M}\right)^{\frac{1}{3}}$, où m est la masse de la Terre, a l'unité astronomique et M la masse du Soleil. Exprimé en unités astronomiques, le rayon vaut donc $\left(\frac{1}{3 \times 332{,}946}\right)^{\frac{1}{3}} = 0{,}01$.

Citations originales

1. (en) « *At any given time, there should be at least one natural Earth satellite of 1-meter diameter orbiting the Earth.* »
2. (en) « *It would seem that the bodies had been traveling through space, probably in an orbit about the sun, and that on coming near the earth they were promptly captured by it and caused to move about it as a satellite.* »

Références

1. Voir:
   - (en) G.B. Dalrymple, *The Age of the Earth*, California, Stanford University Press, 1991 (ISBN 978-0804715690)
   - William L. Newman, « Age of the Earth » (http://pubs.usgs.gov/gip/geotime/age.html), Publications Services, USGS, 9 juillet 2007 (consulté le 20 septembre 2007)
   - (en) G. Brent Dalrymple, « The age of the Earth in the twentieth century: a problem (mostly) solved », *Geological Society, London, Special Publications*, vol. 190, nº 1, 2001, p. 205–221 (DOI 10.1144/GSL.SP.2001.190.01.14 (https://dx.doi.org/10.1144%2FGSL.SP.2001.190.01.14), lire en ligne (http://sp.lyellcollection.org/cgi/content/abstract/190/1/205), consulté le 20 septembre 2007)
   - Chris Stassen, « The Age of the Earth » (http://www.talkorigins.org/faqs/faq-age-of-earth.html), TalkOrigins Archive (en), 10 septembre 2005 (consulté le 30 décembre 2008).
2. (en) Robert M. May, « How many species are there on earth? », *Science*, vol. 241, nº 4872, 1988, p. 1441–1449 (PMID 17790039 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17790039), DOI 10.1126/science.241.4872.1441 (https://dx.doi.org/10.1126%2Fscience.241.4872.1441), Bibcode 1988Sci...241.1441M (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1988Sci...241.1441M)).
3. (en) Roy M. Harrison et Ronald E. Hester, *Causes and Environmental Implications of Increased UV-B Radiation*, Royal Society of Chemistry, 2002 (ISBN 0-85404-265-2)
4. Robert Britt, « Freeze, Fry or Dry: How Long Has the Earth Got? » (http://replay.waybackmachine.org/20090605231345/http://www.space.com/scienceastronomy/solarsystem/death_of_earth_000224.html), 25 février 2000.
5. (en) Damian Carrington, « Date set for desert Earth » (http://news.bbc.co.uk/1/hi/sci/tech/specials/washington_2000/649913.stm), sur *BBC News*, 21 février 2000 (consulté le 31 mars 2007).
6. Mise à jour Obliquité (http://www.neoprogrammics.com/obliquity_of_the_ecliptic/).
7. (en) Charles F. Yoder, *Global Earth Physics: A Handbook of Physical Constants*, Washington, American Geophysical Union, 1995 (ISBN 0-87590-851-9, lire en ligne (http://replay.waybackmachine.org/20090421092502/http://www.agu.org/reference/gephys.html)), p. 8.

8. (en) « Age of the Earth » (http://pubs.usgs.gov/gip/geotime/age.html), U.S. Geological Survey, 1997 (consulté le 10 janvier 2006).
9. (en) S. Bowring et T. Housh, « The Earth's early evolution », *Science*, vol. 269, nº 5230, 1995, p. 1535 (PMID 7667634 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7667634), DOI 10.1126/science.7667634 (https://dx.doi.org/10.1126%2Fscience.7667634), Bibcode 1995Sci...269.1535B (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1995Sci...269.1535B)).
10. (en) « International Chronostratigraphic Chart » (http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-chart-timescale), sur *Stratigraphy.com*, février 2017 (consulté en octobre 2017).
11. (en) Qingzhu Yin, S. B. Jacobsen, K. Yamashita, J. Blichert-Toft, P. Télouk et F. Albarède, « A short timescale for terrestrial planet formation from Hf-W chronometry of meteorites », *Nature*, vol. 418, nº 6901, 2002, p. 949–952 (PMID 12198540 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12198540), DOI 10.1038/nature00995 (https://dx.doi.org/10.1038%2Fnature00995), Bibcode 2002Natur.418..949Y (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2002Natur.418..949Y)).
12. (en) Thorsten Kleine, Herbert Palme, Klaus Mezger et Alex N. Halliday, « Hf-W Chronometry of Lunar Metals and the Age and Early Differentiation of the Moon », *Science*, vol. 310, nº 5754, 24 novembre 2005, p. 1671–1674 (PMID 16308422 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16308422), DOI 10.1126/science.1118842 (https://dx.doi.org/10.1126%2Fscience.1118842), Bibcode 2005Sci...310.1671K (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2005Sci...310.1671K)).
13. (en) Michael Reilly, « Controversial Moon Origin Theory Rewrites History », *Discovery.com*, 22 octobre 2009 (lire en ligne (http://news.discovery.com/space/moon-earth-formation.html), consulté le 30 janvier 2010).
14. R. M. Canup et E. Asphaug (Fall Meeting 2001) « An impact origin of the Earth-Moon system » *Abstract #U51A-02*, American Geophysical Union. Consulté le 2007-03-10. .
15. (en) R. Canup et E. Asphaug, « Origin of the Moon in a giant impact near the end of the Earth's formation », *Nature*, vol. 412, nº 6848, 2001, p. 708–712 (PMID 11507633 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11507633), DOI 10.1038/35089010 (https://dx.doi.org/10.1038%2F35089010), Bibcode 2001Natur.412..708C (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2001Natur.412..708C), lire en ligne (http://www.nature.com/nature/journal/v412/n6848/abs/412708a0.html)).
16. (en) A. Morbidelli, J. Chambers, J. I. Lunine, J. M. Petit, F. Robert, G. B. Valsecchi et K. E. Cyr, « Source regions and time scales for the delivery of water to Earth », *Meteoritics & Planetary Science*, vol. 35, nº 6, 2000, p. 1309–1320 (DOI 10.1111/j.1945-5100.2000.tb01518.x (https://dx.doi.org/10.1111%2Fj.1945-5100.2000.tb01518.x), Bibcode 2000M&PS...35.1309M (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2000M%26PS...35.1309M)).
17. E. F. Guinan et I. Ribas « Our Changing Sun: The Role of Solar Nuclear Evolution and Magnetic Activity on Earth's atmosphère and Climate » *ASP Conference Proceedings: The Evolving Sun and its Influence on Planetary Environments*, San Francisco: Astronomical Society of the Pacific. Consulté le 2009-07-27. .
18. (en) Staff, « Oldest measurement of Earth's magnetic field reveals battle between Sun and Earth for our atmosphère », *Physorg.news*, 4 mars 2010 (lire en ligne (http://www.physorg.com/news186922627.html), consulté le 27 mars 2010).
19. (en) John James William Rogers et M. Santosh, *Continents and Supercontinents*, Oxford University Press US, 2004 (ISBN 0-19-516589-6), p. 48.
20. (en) Hurley, Pm; Rand, Jr, « Pre-drift continental nuclei », *Science*, vol. 164, nº 3885, juin 1969, p. 1229–1242 (PMID 17772560 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17772560), DOI 10.1126/science.164.3885.1229 (https://dx.doi.org/10.1126%2Fscience.164.3885.1229), Bibcode 1969Sci...164.1229H (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1969Sci...164.1229H)).
21. (en) R. L. Armstrong, « A model for the evolution of strontium and lead isotopes in a dynamic earth », *Reviews of Geophysics*, vol. 6, nº 2, 1968, p. 175–199 (DOI 10.1029/RG006i002p00175 (https://dx.doi.org/10.1029%2FRG006i002p00175), Bibcode 1968RvGSP...6..175A (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1968RvGSP...6..175A))
22. (en) J. De Smet, « Early formation and long-term stability of continents resulting from decompression melting in a convecting mantle », *Tectonophysics*, vol. 322, nºs 1-2, 2000, p. 19 (DOI 10.1016/S0040-1951(00)00055-X (https://dx.doi.org/10.1016%2FS0040-1951%2800%2900055-X), Bibcode 2000Tectp.322...19D (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2000Tectp.322...19D)).
23. (en) T. Harrison, J. Blichert-Toft, W. Müller, F. Albarede, P. Holden et S. Mojzsis, « Heterogeneous Hadean hafnium: evidence of continental crust at 4.4 to 4.5 ga », *Science*, vol. 310, nº 5756, décembre 2005, p. 1947–50 (PMID 16293721 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16293721), DOI 10.1126/science.1117926 (https://dx.doi.org/10.1126%2Fscience.1117926), Bibcode 2005Sci...310.1947H (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2005Sci...310.1947H)).
24. (en) D. Hong, « Continental crustal growth and the supercontinental cycle: evidence from the Central Asian Orogenic Belt », *Journal of Asian Earth Sciences*, vol. 23, nº 5, 2004, p. 799 (DOI 10.1016/S1367-9120(03)00134-2 (https://dx.doi.org/10.1016%2FS1367-9120%2803%2900134-2), Bibcode 2004JAESc..23..799H (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2004JAESc..23..799H))
25. (en) R. L. Armstrong, « The persistent myth of crustal growth », *Australian Journal of Earth Sciences*, vol. 38, nº 5, 1991, p. 613–630 (DOI 10.1080/08120099108727995 (https://dx.doi.org/10.1080%2F08120099108727995), Bibcode 1991AuJES..38..613A (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1991AuJES..38..613A)).
26. (en) J. B. Murphy et R. D. Nance, « How do supercontinents assemble? », *American Scientist*, vol. 92, nº 4, 1965, p. 324–33 (DOI 10.1511/2004.4.324 (https://dx.doi.org/10.1511%2F2004.4.324), lire en ligne (http://scienceweek.com/2004/sa040730-5.htm), consulté le 5 mars 2007)
27. (en) W. Ford Doolittle et Boris Worm, « Uprooting the tree of life », *Scientific American*, vol. 282, nº 6, février 2000, p. 90–95 (lire en ligne (http://shiva.msu.montana.edu/courses/mb437_537_2005_fall/docs/uprooting.pdf)).
28. (en) L. V. Berkner et L. C. Marshall, « On the Origin and Rise of Oxygen Concentration in the Earth's atmosphère », *Journal of Atmospheric Sciences*, vol. 22, nº 3, 1965, p. 225–261 (DOI 10.1175/1520-0469(1965)022<0225:OTOARO>2.0.CO;2 (https://dx.doi.org/10.1175%2F1520-0469%281965%29022%3C0225%3AOT , Bibcode 1965JAtS...22..225B (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1965JAtS...22..225B)).
29. Kathleen Burton, « Astrobiologists Find Evidence of Early Life on Land » (http://www.nasa.gov/centers/ames/news/releases/2000/00_79AR.html), NASA, 29 novembre 2002 (consulté le 5 mars 2007).
30. (en) J. L. Kirschvink, *Late Proterozoic low-latitude global glaciation: the Snowball Earth*, Cambridge University Press, 1992, 51–52 p. (ISBN 0-521-36615-1)

31. (en) D. M. Raup et J. J. Sepkoski, « Mass Extinctions in the Marine Fossil Record », *Science*, vol. 215, nº 4539, 1982, p. 1501–1503 (PMID 17788674 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17788674), DOI 10.1126/science.215.4539.1501 (https://dx.doi.org/10.1126%2Fscience.215.4539.1501), Bibcode 1982Sci...215.1501R (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1982Sci...215.1501R)).
32. (en) B. H. Wilkinson et B. J. McElroy, « The impact of humans on continental erosion and sedimentation », *Bulletin of the Geological Society of America*, vol. 119, nºs 1–2, 2007, p. 140–156 (DOI 10.1130/B25899.1 (https://dx.doi.org/10.1130%2FB25899.1), lire en ligne (http://bulletin.geoscienceworld.org/cgi/content/abstract/119/1-2/140), consulté le 22 avril 2007).
33. (en) I.-J. Sackmann, A. I. Boothroyd et K. E. Kraemer, « Our Sun. III. Present and Future », *Astrophysical Journal*, vol. 418, 1993, p. 457–468 (DOI 10.1086/173407 (https://dx.doi.org/10.1086%2F173407), Bibcode 1993ApJ...418..457S (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1993ApJ...418..457S)).
34. (en) J.F. Kasting, « Runaway and Moist Greenhouse atmosphères and the Evolution of Earth and Venus », *Icarus*, vol. 74, nº 3, 1988, p. 472–494 (PMID 11538226 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11538226), DOI 10.1016/0019-1035(88)90116-9 (https://dx.doi.org/10.1016%2F0019-1035%2888%2990116-9), Bibcode 1988Icar...74..472K (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1988Icar...74..472K)).
35. (en) King-Fai Li, Kaveh Pahlevan, Joseph L. Kirschvink et Yuk L. Yung, « Atmospheric Pressure as a Natural Climate Regulator for a Terrestrial Planet with a Biosphere », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 1–6, nº 24, 2009, p. 9576–9579 (PMID 19487662 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19487662), PMCID 2701016 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/2701016), DOI 10.1073/pnas.0809436106 (https://dx.doi.org/10.1073%2Fpnas.0809436106), Bibcode 2009PNAS..106.9576L (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2009PNAS..106.9576L), lire en ligne (http://www.gps.caltech.edu/~kfl/paper/Li_PNAS2009.pdf), consulté le 19 juillet 2009).
36. (en) Peter D. Ward et Donald Brownlee, *The Life and Death of Planet Earth: How the New Science of Astrobiology Charts the Ultimate Fate of Our World*, New York, Times Books, Henry Holt and Company, 2002 (ISBN 0-8050-6781-7)
37. René Heller, *Des exoplanètes plus accueillantes que la Terre*, Pour la Science, n°448, (Mars 2015), p. 26.
38. H. Guillemot et V. Greffoz, « Ce que sera la fin du monde », *Science et Vie*, vol. nº 1014, mars 2002.
39. (en) Christine Bounama, S. Franck et W. Von Bloh, « The fate of Earth's ocean », *Hydrology and Earth System Sciences*, Germany, Potsdam Institute for Climate Impact Research, vol. 5, nº 4, 2001, p. 569–575 (DOI 10.5194/hess-5-569-2001 (https://dx.doi.org/10.5194%2Fhess-5-569-2001), Bibcode 2001HESS....5..569B (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2001HESS....5..569B), lire en ligne (http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/5/569/2001/hess-5-569-2001.pdf), consulté le 3 juillet 2009).
40. (en) K.-P. Schröder et Robert Connon Smith, « Distant future of the Sun and Earth revisited », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol. 386, nº 1, 2008, p. 155 (DOI 10.1111/j.1365-2966.2008.13022.x (https://dx.doi.org/10.1111%2Fj.1365-2966.2008.13022.x), Bibcode 2008MNRAS.386..155S (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2008MNRAS.386..155S), arXiv 0801.4031 (https://arxiv.org/abs/0801.4031))
See also (en) Jason Palmer, « Hope dims that Earth will survive Sun's death », *NewScientist.com news service*, 22 février 2008 (lire en ligne (https://www.newscientist.com/article/dn13369-hope-dims-that-earth-will-survive-suns-death.html?feedId=online-news_rss20), consulté le 24 mars 2008).
41. D. G. Milbert et D. A Smith, « Converting GPS Height into NAVD88 Elevation with the GEOID96 Geoid Height Model » (http://www.ngs.noaa.gov/PUBS_LIB/gislis96.html), National Geodetic Survey, NOAA (consulté le 7 mars 2007).
42. D. T. Sandwell et W. H. F. Smith, « Exploring the Ocean Basins with Satellite Altimeter Data » (http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/bathymetry/predicted/explore.HTML), NOAA/NGDC, 7 juillet 2006 (consulté le 21 avril 2007).
43. P. J. Mohr et B. N. Taylor, « Unit of length (meter) » (http://physics.nist.gov/cuu/Units/meter.html), *NIST Reference on Constants, Units, and Uncertainty*, NIST Physics Laboratory, octobre 2000 (consulté le 23 avril 2007)
44. « Épopée du mètre » (http://www.metrologie-francaise.fr/fr/histoire/epopee-mesure.asp), sur *metrologie-francaise.fr (http://www.metrologie-francaise.fr)* (consulté le 5 octobre 2013).
45. (en) « BIlliard and Pool Balls FAQ » (http://billiards.colostate.edu/threads/balls.html#magnified), sur *Pool and Billiards Balls* (consulté le 10 décembre 2014).
46. (en) Joseph H. Senne, « Did Edmund Hillary Climb the Wrong Mountain », *Professional Surveyor*, vol. 20, nº 5, 2000, p. 16–21.
47. (en) David Sharp, « Chimborazo and the old kilogram », *The Lancet*, vol. 365, nº 9462, 5 mars 2005, p. 831–832 (PMID 15752514 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15752514), DOI 10.1016/S0140-6736(05)71021-7 (https://dx.doi.org/10.1016%2FS0140-6736%2805%2971021-7)).
48. « Tall Tales about Highest Peaks » (http://www.abc.net.au/science/k2/moments/s1086384.htm), Australian Broadcasting Corporation (consulté le 29 décembre 2008).
49. Gabrielle Bonnet, « Le Mississippi coule-t'il "vers le haut" ? Quelques précisions sur la gravité à la surface de la Terre » (http://culturescienceesphysique.ens-lyon.fr/ressource/Mississippi.xml#N10103), sur *ens-lyon.fr*.
50. (en) « Discover-TheWorld.com - Guam - POINTS OF INTEREST - Don't Miss - Mariana Trench » (http://guam.discover-theworld.com/Country_Guide.aspx?id=96&entry=Mariana+Trench)(Archive (http://web.archive.org/web/*/http://guam.discover-theworld.com/Country_Guide.aspx?id=96&entry=Mariana+Trench) • Wikiwix (http://archive.wikiwix.com/cache/?url=http://guam.discover-theworld.com/Country_Guide.aspx?id=96&entry=Mariana+Trench) • Archive.is (http://archive.is/http://guam.discover-theworld.com/Country_Guide.aspx?id=96&entry=Mariana+Trench) • Google (https://www.google.fr/search?q=cache:http://guam.discover-theworld.com/Country_Guide.aspx?id=96&entry=Mariana+Trench) • Que faire ?), *Guam.discover-theworld.com*, 23 janvier 1960 (consulté le 16 septembre 2013).
51. David P. Stern, « Planetary Magnetism » (https://astrogeology.usgs.gov/HotTopics/index.php?/archives/147-Names-for-the-Columbia-astronauts-provisionally-approved.html), NASA, 25 novembre 2001 (consulté le 1er avril 2007).
52. (en) Paul J. Tackley, « Mantle Convection and Plate Tectonics: Toward an Integrated Physical and Chemical Theory », *Science*, vol. 288, nº 5473, 16 juin 2000, p. 2002–2007 (PMID 10856206 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10856206), DOI 10.1126/science.288.5473.2002 (https://dx.doi.org/10.1126%2Fscience.288.5473.2002), Bibcode 2000Sci...288.2002T (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2000Sci...288.2002T))
53. (en) Geoff C. Brown et Alan E. Mussett, *The Inaccessible Earth*, Taylor & Francis, 1981, 2nd éd. (ISBN 0-04-550028-2), p. 166 Note: After Ronov and Yaroshevsky (1969).
54. pourcentage pondéral
55. (en) J. W. Morgan et E. Anders, « Chemical composition of Earth, Venus, and Mercury », *Proceedings of the National Academy of Science*, vol. 77, nº 12, 1980, p. 6973–6977 (PMID 16592930 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16592930), PMCID 350422 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/350422), DOI 10.1073/pnas.77.12.6973 (https://dx.doi.org/10.1073%2Fpnas.77.12.6973), Bibcode 1980PNAS...77.6973M (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1980PNAS...77.6973M)).
56. (en) S.V.S. Rana, *Essentials of ecology and environnmetal science*, PHI Learning Pvt. Ltd, 2013, p. 90.

57. (en) « Terre », dans *Encyclopædia Britannica*, 1911 [lire en ligne (http://encyclopedia.jrank.org/)] [(en) Lire en ligne sur Wikisource (https://en.wikisource.org/wiki/1911_Encyclopædia_Britannica)].
58. (en) Toshiro Tanimoto, *Crustal Structure of the Earth*, Washington, DC, American Geophysical Union, 1995, PDF (ISBN 0-87590-851-9, lire en ligne (http://www.agu.org/reference/gephys/15_tanimoto.pdf)).
59. (en) Richard A. Kerr, « Earth's Inner Core Is Running a Tad Faster Than the Rest of the Planet », *Science*, vol. 309, nº 5739, 26 septembre 2005, p. 1313 (PMID 16123276 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16123276), DOI 10.1126/science.309.5739.1313a (https://dx.doi.org/10.1126%2Fscience.309.5739.1313a)).
60. (en) T. H. Jordan, « Structural Geology of the Earth's Interior », *Proceedings National Academy of Science*, vol. 76, nº 9, 1979, p. 4192–4200 (PMID 16592703 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16592703), PMCID 411539 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/411539), DOI 10.1073/pnas.76.9.4192 (https://dx.doi.org/10.1073%2Fpnas.76.9.4192), Bibcode 1979PNAS...76.4192J (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1979PNAS...76.4192J)).
61. Eugene C. Robertson, « The Interior of the Earth » (http://pubs.usgs.gov/gip/interior/), USGS, 26 juillet 2001 (consulté le 24 mars 2007).
62. (en) D. L. Turcotte et G. Schubert, *Geodynamics*, Cambridge, England, UK, Cambridge University Press, 2002, 2e éd., 136–137 p. (ISBN 978-0-521-66624-4), « 4 ».
63. (en) Robert Sanders, « Radioactive potassium may be major heat source in Earth's core » (http://www.berkeley.edu/news/media/releases/2003/12/10_heat.shtml), UC Berkeley News, 10 décembre 2003 (consulté le 28 février 2007).
64. (en) D. Alfè, M. J. Gillan, L. Vocadlo, J. Brodholt et G. D. Price, « The *ab initio* simulation of the Earth's core », *Philosophical Transaction of the Royal Society of London*, vol. 360, nº 1795, 2002, p. 1227–1244 (lire en ligne (http://chianti.geol.ucl.ac.uk/~dario/pubblicazioni/PTRSA2002.pdf) [PDF], consulté le 28 février 2007).
65. (en) N Vlaar, « Cooling of the Earth in the Archaean: Consequences of pressure-release melting in a hotter mantle », *Earth Planet. Sci. Lett.*, vol. 121, nºs 1-2, 1994, p. 1 (DOI 10.1016/0012-821X(94)90028-0 (https://dx.doi.org/10.1016%2F0012-821X%2894%2990028-0), Bibcode 1994E&PSL.121....1V (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1994E%26PSL.121....1V), lire en ligne (http://www.geo.lsa.umich.edu/~keken/papers/Vlaar_EPSL94.pdf) [PDF]).
66. (en) D. L. Turcotte et G. Schubert, *Geodynamics*, Cambridge, England, UK, Cambridge University Press, 2002, 2e éd. (ISBN 978-0-521-66624-4), « 4 », p. 137.
67. (en) Henry N. Pollack, Suzanne J. Hurter et Jeffrey R. Johnson, « Heat flow from the Earth's interior: Analysis of the global data set », *Reviews of Geophysics*, vol. 31, nº 3, août 1993, p. 267–280 (DOI 10.1029/93RG01249 (https://dx.doi.org/10.1029%2F93RG01249), Bibcode 1993RvGeo..31..267P (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1993RvGeo..31..267P), lire en ligne (http://www.agu.org/journals/ABS/1993/93RG01249.shtml)).
68. (en) Collaboration Borexino (en), « Comprehensive geoneutrino analysis with Borexino », *Physical Review D*, vol. 101, 21 janvier 2020 (lire en ligne (https://journals.aps.org/prd/abstract/10.1103/PhysRevD.101.012009)), article en accès libre.
69. (en) M. A. Richards, R. A. Duncan et V. E. Courtillot, « Flood Basalts and Hot-Spot Tracks: Plume Heads and Tails », *Science*, vol. 246, nº 4926, 1989, p. 103–107 (PMID 17837768 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17837768), DOI 10.1126/science.246.4926.103 (https://dx.doi.org/10.1126%2Fscience.246.4926.103), Bibcode 1989Sci...246..103R (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1989Sci...246..103R)).
70. (en) John G Sclater, « Oceans and Continents: Similarities and Differences in the Mechanisms of Heat Loss », *Journal of Geophysical Research*, vol. 86, nº B12, 1981, p. 11535 (DOI 10.1029/JB086iB12p11535 (https://dx.doi.org/10.1029%2FJB086iB12p11535), Bibcode 1981JGR....8611535S (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1981JGR....8611535S)).
71. W. K. Brown et Wohletz, « SFT and the Earth's Tectonic Plates » (http://www.ees1.lanl.gov/Wohletz/SFT-Tectonics.htm), Los Alamos National Laboratory, 2005 (consulté le 2 mars 2007).
72. Incluant la plaque somalienne qui est actuellement en train de se séparer de la plaque africaine. Voir : (en) Jean Chorowicz, « The East African rift system », *Journal of African Earth Sciences*, vol. 43, nºs 1–3, octobre 2005, p. 379–410 (DOI 10.1016/j.jafrearsci.2005.07.019 (https://dx.doi.org/10.1016%2Fj.jafrearsci.2005.07.019), Bibcode 2005JAfES..43..379C (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2005JAfES..43..379C))
73. W. J. Kious et R. I. Tilling, « Understanding plate motions » (http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/understanding.html), USGS, 5 mai 1999 (consulté le 2 mars 2007).
74. Courtney Seligman, « The Structure of the Terrestrial Planets » (http://cseligman.com/text/planets/innerstructure.htm), *Online Astronomy eText Table of Contents*, cseligman.com, 2008 (consulté le 28 février 2008).
75. Fred Duennebier, « Pacific Plate Motion » (http://www.soest.hawaii.edu/GG/ASK/plate-tectonics2.html), University of Hawaii, 12 août 1999 (consulté le 14 mars 2007).
76. R. D. Mueller, W. R. Roest, J.-Y. Royer, L. M. Gahagan et J. G. Sclater, « Age of the Ocean Floor Poster » (http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/fliers/96mgg04.html), NOAA, 7 mars 2007 (consulté le 14 mars 2007).
77. (en) Samuel A. Bowring et Ian S. Williams, « Priscoan (4.00–4.03 Ga) orthogneisses from northwestern Canada », *Contrib. Mineral. Petrol.*, vol. 134, nº 1, 1999, p. 3 (DOI 10.1007/s004100050465 (https://dx.doi.org/10.1007%2Fs004100050465), Bibcode 1999CoMP..134....3B (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1999CoMP..134....3B)).
78. Martin Meschede et Udo Barckhausen, « Plate Tectonic Evolution of the Cocos-Nazca Spreading Center » (http://www-odp.tamu.edu/publications/170_SR/chap_07/chap_07.htm), *Proceedings of the Ocean Drilling Program*, Texas A&M University, 20 novembre 2000 (consulté le 2 avril 2007).
79. Staff, « GPS Time Series » (http://sideshow.jpl.nasa.gov/mbh/series.html), NASA JPL (consulté le 2 avril 2007).
80. Michael Pidwirny, « Fundamentals of Physical Geography (2nd Edition) » (http://www.physicalgeography.net/fundamentals/7h.html), PhysicalGeography.net, 2006 (consulté le 19 mars 2007).
81. David A Kring, « Terrestrial Impact Cratering and Its Environmental Effects » (http://www.lpi.usra.edu/science/kring/epo_web/impact_cratering/intro/), Lunar and Planetary Laboratory (consulté le 22 mars 2007)
82. National Geophysical Data Center TerrainBase Digital Terrain Model (http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/topo/), National Geophysical Data Center.
83. Staff, « Layers of the Earth » (http://volcano.oregonstate.edu/vwdocs/vwlessons/plate_tectonics/part1.html), Volcano World (consulté le 11 mars 2007).
84. David Jessey, « Weathering and Sedimentary Rocks » (http://geology.csupomona.edu/drjessey/class/Gsc101/Weathering.html)(Archive (http://web.archive.org/web/*/http://geology.csupomona.edu/drjessey/class/Gsc101/Weathering.html) • Wikiwix (http://archive.wikiwix.com/cache/?url=http://geology.csupomona.edu/drjessey/class/Gsc101/Weathering.html) • Archive.is (http://archive.is/http://geology.csupomona.edu/drjessey/class/Gsc101/Weathering.html) • Google (https://www.google.fr/search?q=cache:http://geology.csupomona.edu/drjessey/class/Gsc101/Weathering.html) • Que faire ?), Cal Poly Pomona (consulté le 20 mars 2007).
85. (en) Imke de Pater et Jack J. Lissauer, *Planetary Sciences*, Cambridge University Press, 2010, 2nd éd. (ISBN 0-521-85371-0), p. 154.

86. (en) Hans-Rudolf Wenk et Andreĭ Glebovich Bulakh, *Minerals: their constitution and origin*, Cambridge University Press, 2004 (ISBN 0-521-52958-1), p. 359.
87. Staff, « World » (https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/xx.html), *The World Factbook*, Central Intelligence Agency, 24 juillet 2008 (consulté le 5 août 2008).
88. (en) FAO Staff, *FAO Production Yearbook 1994*, vol. 48, Rome, Italy, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1995 (ISBN 92-5-003844-5).
89. (en) H. U. Sverdrup et Richard H. Fleming, *The oceans, their physics, chemistry, and general biology*, Scripps Institution of Oceanography Archives, 1er janvier 1942 (ISBN 0-13-630350-1, lire en ligne (http://repositories.cdlib.org/sio/arch/oceans/)).
90. « 7,000 m Class Remotely Operated Vehicle *KAIKO 7000* » (http://www.jamstec.go.jp/e/about/equipment/ships/kaiko7000.html), Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC) (consulté le 7 juin 2008).
91. Matthew A. Charette et Walter H. F. Smith, « The Volume of Earth's Ocean », *Oceanography*, vol. 23, nº 2, juin 2010, p. 112–114 (lire en ligne (http://www.tos.org/oceanography/issues/issue_archive/issue_pdfs/23_2/23-2_charette.pdf), consulté le 4 juin 2010).
92. Igor A. Shiklomanov, « World Water Resources and their use Beginning of the 21st century Prepared in the Framework of IHP UNESCO » (http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/shiklomanov/), State Hydrological Institute, St. Petersburg, 1999 (consulté le 10 août 2006).
93. (en) Michael J. Kennish, *Practical handbook of marine science*, CRC Press, 2001, 3e éd. (ISBN 0-8493-2391-6), p. 35.
94. Leslie Mullen, « Salt of the Early Earth » (http://www.astrobio.net/news/article223.html), *Astrobiology Magazine*, 11 juin 2002 (consulté le 14 mars 2007).
95. Ron M Morris, « Oceanic Processes » (http://replay.waybackmachine.org/20090415082741/http://seis.natsci.csulb.edu/rmorris/oxy/oxy4.html), *Astrobiology Magazine* (consulté le 14 mars 2007).
96. Michon Scott, « Earth's Big heat Bucket » (http://earthobservatory.nasa.gov/Study/HeatBucket/), NASA Earth Observatory, 24 avril 2006 (consulté le 14 mars 2007)
97. Sharron Sample, « Sea Surface Temperature » (http://science.hq.nasa.gov/oceans/physical/SST.html), NASA, 21 juin 2005 (consulté le 21 avril 2007).
98. David R. Williams, « Earth Fact Sheet » (http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/earthfact.html), NASA, 1er septembre 2004 (consulté le 9 août 2010).
99. B. Geerts et E. Linacre, « The height of the tropopause » (http://www-das.uwyo.edu/~geerts/cwx/notes/chap01/tropo.html), *Resources in Atmospheric Sciences*, University of Wyoming, novembre 1997 (consulté le 10 août 2006).
100. Staff, « Earth's atmosphère » (http://www.nasa.gov/audience/forstudents/9-12/features/912_liftoff_atm.html), NASA, 8 octobre 2003 (consulté le 21 mars 2007).
101. Joseph M. Moran, « Weather » (http://www.nasa.gov/worldbook/weather_worldbook.html), *World Book Online Reference Center*, NASA/World Book, Inc, 2005 (consulté le 17 mars 2007).
102. Wolfgang H. Berger, « The Earth's Climate System » (http://earthguide.ucsd.edu/virtualmuseum/climatechange1/cc1syllabus.shtml), University of California, San Diego, 2002 (consulté le 24 mars 2007).
103. Stefan Rahmstorf, « The Thermohaline Ocean Circulation » (http://www.pik-potsdam.de/~stefan/thc_fact_sheet.html), Potsdam Institute for Climate Impact Research, 2003 (consulté le 21 avril 2007).
104. Various, « The Hydrologic Cycle » (http://ww2010.atmos.uiuc.edu/(Gh)/guides/mtr/hyd/home.rxml), University of Illinois, 21 juillet 1997 (consulté le 24 mars 2007).
105. (en) David E. Sadava, H. Craig Heller et Gordon H. Orians, *Life, the Science of Biology*, MacMillan, 2006, 8e éd. (ISBN 0-7167-7671-5), p. 1114.
106. Staff, « Climate Zones » (http://www.ace.mmu.ac.uk/eae/Climate/Older/Climate_Zones.html)(Archive (http://web.archive.org/web/*/http://www.ace.mmu.ac.uk/eae/Climate/Older/Climate_Zones.html) • Wikiwix (http://archive.wikiwix.com/cache/?url=http://www.ace.mmu.ac.uk/eae/Climate/Older/Climate_Zones.html) • Archive.is (http://archive.is/http://www.ace.mmu.ac.uk/eae/Climate/Older/Climate_Zones.html) • Google (https://www.google.fr/search?q=cache:http://www.ace.mmu.ac.uk/eae/Climate/Older/Climate_Zones.html) • Que faire ?), UK Department for Environment, Food and Rural Affairs (consulté le 24 mars 2007).
107. Staff, « Stratosphere and Weather; Discovery of the Stratosphere » (http://scienceweek.com/2004/rmps-23.htm), Science Week, 2004 (consulté le 14 mars 2007).
108. S. Sanz Fernández de Córdoba, « Presentation of the Karman separation line, used as the boundary separating Aeronautics and Astronautics » (http://www.fai.org/astronautics/100km.asp)(Archive (http://web.archive.org/web/*/http://www.fai.org/astronautics/100km.asp) • Wikiwix (http://archive.wikiwix.com/cache/?url=http://www.fai.org/astronautics/100km.asp) • Archive.is (http://archive.is/http://www.fai.org/astronautics/100km.asp) • Google (https://www.google.fr/search?q=cache:http://www.fai.org/astronautics/100km.asp) • Que faire ?), Fédération Aéronautique Internationale, 21 juin 2004 (consulté le 21 avril 2007).
109. (en) S. C. Liu et T. M. Donahue, « The Aeronomy of Hydrogen in the atmosphère of the Earth », *Journal of Atmospheric Sciences*, vol. 31, nº 4, 1974, p. 1118–1136 (DOI 10.1175/1520-0469(1974)031<1118:TAOHIT>2.0.CO;2 (https://dx.doi.org/10.1175%2F1520-0469%281974%29031%3C1118%3ATAO, Bibcode 1974JAtS...31.1118L (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1974JAtS...31.1118L)).
10. (en) David C. Catling, Kevin J. Zahnle et Christopher P. McKay, « Biogenic Methane, Hydrogen Escape, and the Irreversible Oxidation of Early Earth », *Science*, vol. 293, nº 5531, 2001, p. 839–843 (PMID 11486082 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11486082), DOI 10.1126/science.1061976 (https://dx.doi.org/10.1126%2Fscience.1061976), Bibcode 2001Sci...293..839C (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2001Sci...293..839C), lire en ligne (http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/293/5531/839)).
11. Stephen T. Abedon, « History of Earth » (http://www.mansfield.ohio-state.edu/~sabedon/biol1010.htm)(Archive (http://web.archive.org/web/*/http://www.mansfield.ohio-state.edu/~sabedon/biol1010.htm) • Wikiwix (http://archive.wikiwix.com/cache/?url=http://www.mansfield.ohio-state.edu/~sabedon/biol1010.htm) • Archive.is (http://archive.is/http://www.mansfield.ohio-state.edu/~sabedon/biol1010.htm) • Google (https://www.google.fr/search?q=cache:http://www.mansfield.ohio-state.edu/~sabedon/biol1010.htm) • Que faire ?), Ohio State University, 31 mars 1997 (consulté le 19 mars 2007)
12. (en) D. M. Hunten et T. M Donahue, « Hydrogen loss from the terrestrial planets », *Annual review of earth and planetary sciences*, vol. 4, nº 1, 1976, p. 265–292 (DOI 10.1146/annurev.ea.04.050176.001405 (https://dx.doi.org/10.1146%2Fannurev.ea.04.050176.001405), Bibcode 1976AREPS...4..265H (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1976AREPS...4..265H)).
13. (en) Kenneth R. Lang, *The Cambridge guide to the solar system*, Cambridge University Press, 2003 (ISBN 0-521-81306-9), p. 92.
14. Richard Fitzpatrick, « MHD dynamo theory » (http://farside.ph.utexas.edu/teaching/plasma/lectures/node69.html), NASA WMAP, 16 février 2006 (consulté le 27 février 2007).
15. (en) Wallace Hall Campbell, *Introduction to Geomagnetic Fields*, New York, Cambridge University Press, 2003 (ISBN 0-521-82206-8), p. 57.
16. David P. Stern, « Exploration of the Earth's Magnetosphere » (http://www-spof.gsfc.nasa.gov/Education/wmap.html), NASA, 8 juillet 2005 (consulté le 21 mars 2007).

17. (en) Dennis D. McCarthy, Christine Hackman et Robert A. Nelson, « The Physical Basis of the Leap Second », *The Astronomical Journal*, vol. 136, nº 5, novembre 2008, p. 1906–1908 (DOI 10.1088/0004-6256/136/5/1906 (https://dx.doi.org/10.1088%2F0004-6256%2F136%2F5%2F1906), Bibcode 2008AJ....136.1906M (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2008AJ....136.1906M)).
18. Staff, « Useful Constants » (http://hpiers.obspm.fr/eop-pc/models/constants.html), International Earth Rotation and Reference Systems Service, 7 août 2007 (consulté le 23 septembre 2008).
19. (en) P. Kenneth Seidelmann, *Explanatory Supplement to the Astronomical Almanac*, Mill Valley, CA, University Science Books, 1992 (ISBN 0-935702-68-7), p. 48.
20. (en) M. Zeilik et S. A. Gregory, *Introductory Astronomy & Astrophysics*, Saunders College Publishing, 1998, 4e éd. (ISBN 0-03-006228-4), p. 56.
21. David R. Williams, « Planetary Fact Sheets » (http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/planetfact.html), NASA, 10 février 2006 (consulté le 28 septembre 2008)—See the apparent diameters on the Sun and Moon pages.
22. David R. Williams, « Moon Fact Sheet » (http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/moonfact.html), NASA, 1er septembre 2004 (consulté le 21 mars 2007).
23. M. Vázquez, P. Montañés Rodríguez et E. Palle, « The Earth as an Object of Astrophysical Interest in the Search for Extrasolar Planets » (http://www.iac.es/folleto/research/preprints/files/PP06024.pdf) [PDF], Instituto de Astrofísica de Canarias, 2006 (consulté le 21 mars 2007).
24. Astrophysicist team, « Earth's location in the Milky Way » (http://imagine.gsfc.nasa.gov/docs/ask_astro/answers/030827a.html), NASA, 1er décembre 2005 (consulté le 11 juin 2008).
25. Irv Bromberg, « The Lengths of the Seasons (on Earth) » (http://www.sym454.org/seasons/), University of Toronto, 1er mai 2008 (consulté le 8 novembre 2008).
26. « Animation of precession of moon orbit » (http://www.ifa.hawaii.edu/users/lin/ast110-6/applets/precession_of_moon_orbit.htm)(Archive (http://web.archive.org/web/*/http://www.ifa.hawaii.edu/users/lin/ast110-6/applets/precession_of_moon_orbit.htm) • Wikiwix (http://archive.wikiwix.com/cache/?url=http://www.ifa.hawaii.edu/users/lin/ast110-6/applets/precession_of_moon_orbit.htm) • Archive.is (http://archive.is/http://www.ifa.hawaii.edu/users/lin/ast110-6/applets/precession_of_moon_orbit.htm) • Google (https://www.google.fr/search?q=cache:http://www.ifa.hawaii.edu/users/lin/ast110-6/applets/precession_of_moon_orbit.htm) • Que faire ?) (consulté le 25 mars 2013).
27. Rick Fisher, « Earth Rotation and Equatorial Coordinates » (http://www.cv.nrao.edu/~rfisher/Ephemerides/earth_rot.html), National Radio Astronomy Observatory, 5 février 1996 (consulté le 21 mars 2007).
28. F. Espenak et J. Meeus, « Secular acceleration of the Moon » (http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/SEcat5/secular.html)(Archive (http://web.archive.org/web/*/http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/SEcat5/secular.html) • Wikiwix (http://archive.wikiwix.com/cache/?url=http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/SEcat5/secular.html) • Archive.is (http://archive.is/http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/SEcat5/secular.html) • Google (https://www.google.fr/search?q=cache:http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/SEcat5/secular.html) • Que faire ?), NASA, 7 février 2007 (consulté le 20 avril 2007).
29. Hannu K. J. Poropudas, « Using Coral as a Clock » (http://www.skepticfiles.org/origins/coralclo.htm), Skeptic Tank, 16 décembre 1991 (consulté le 20 avril 2007).
30. (en) J. Laskar, P. Robutel, F. Joutel, M. Gastineau, A.C.M. Correia et B. Levrard, « A long-term numerical solution for the insolation quantities of the Earth », *Astronomy and Astrophysics*, vol. 428, nº 1, 2004, p. 261–285 (DOI 10.1051/0004-6361:20041335 (https://dx.doi.org/10.1051%2F0004-6361%3A20041335), Bibcode 2004A&A...428..261L (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2004A%26A...428..261L)).
31. (en) N. Murray et M. Holman, « The role of chaotic resonances in the solar system », *Nature*, vol. 410, nº 6830, 2001, p. 773–779 (PMID 11298438 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11298438), DOI 10.1038/35071000 (https://dx.doi.org/10.1038%2F35071000), arXiv astro-ph/0111602 (https://arxiv.org/abs/astro-ph/0111602)).
32. (en) R. Canup et E. Asphaug, « Origin of the Moon in a giant impact near the end of the Earth's formation », *Nature*, vol. 412, nº 6848, 2001, p. 708–712 (PMID 11507633 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11507633), DOI 10.1038/35089010 (https://dx.doi.org/10.1038%2F35089010), Bibcode 2001Natur.412..708C (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2001Natur.412..708C)).
33. (en) Amy Shira Teitel, « Earth's Other Moons » (http://www.universetoday.com/92022/earths-other-moons/), Universe Today, 2011 (consulté le 4 février 2012).
34. (en) Mikael Granvik, Jeremie Vaubaillon et Robert Jedicke, « The population of natural Earth satellites », *Icarus*, décembre 2011, p. 63 (DOI 10.1016/j.icarus.2011.12.003 (https://dx.doi.org/10.1016%2Fj.icarus.2011.12.003), Bibcode 2012Icar..218..262G (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2012Icar..218..262G), arXiv 1112.3781 (https://arxiv.org/abs/1112.3781), lire en ligne (https://arxiv.org/pdf/1112.3781v1)).
35. (en) Clarence A. Chant, « An Extraordinary Meteoric Display », *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, vol. 7, nº 3, may–june 1913, p. 144–215 (Bibcode 1913JRASC...7..145C (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1913JRASC...7..145C)).
36. « La Terre aurait une seconde lune temporaire » (http://www.futura-sciences.com/magazines/espace/infos/actu/d/astronomie-terre-aurait-seconde-lune-temporaire-35639/), sur *http://www.futura-sciences.com*.
37. Chute d'une deuxième lune sur Terre (http://meteor-center.com/blog/2012/12/chute-dune-deuxieme-lune-sur-terre/).
38. « UCS Satellite Database » (http://www.ucsusa.org/nuclear_weapons_and_global_security/space_weapons/technical_issues/ucs-satellite-database.html), *Nuclear Weapons & Global Security*, Union of Concerned Scientists (consulté le 21 avril 2014).
39. Staff, « Astrobiology Roadmap » (http://astrobiology.arc.nasa.gov/roadmap/g1.html)(Archive (http://web.archive.org/web/*/http://astrobiology.arc.nasa.gov/roadmap/g1.html) • Wikiwix (http://archive.wikiwix.com/cache/?url=http://astrobiology.arc.nasa.gov/roadmap/g1.html) • Archive.is (http://archive.is/http://astrobiology.arc.nasa.gov/roadmap/g1.html) • Google (https://www.google.fr/search?q=cache:http://astrobiology.arc.nasa.gov/roadmap/g1.html) • Que faire ?), NASA, Lockheed Martin, septembre 2003 (consulté le 10 mars 2007).
40. (en) Stephen H. Dole, *Habitable Planets for Man*, American Elsevier Publishing Co, 1970, 2nd éd. (ISBN 0-444-00092-5, lire en ligne (http://www.rand.org/pubs/reports/R414/)).
41. (en) Helmut Hillebrand, « On the Generality of the Latitudinal Gradient », *American Naturalist*, vol. 163, nº 2, 2004, p. 192–211 (PMID 14970922 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14970922), DOI 10.1086/381004 (https://dx.doi.org/10.1086%2F381004)).
42. Staff, « Mineral Genesis: How do minerals form? » (http://www.utexas.edu/tmm/npl/mineralogy/mineral_genesis/), Non-vertebrate Paleontology Laboratory, Texas Memorial Museum, 24 novembre 2006 (consulté le 1er avril 2007).
43. (en) Peter A. Rona, « Resources of the Sea Floor », *Science*, vol. 299, nº 5607, 2003, p. 673–674 (PMID 12560541 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12560541), DOI 10.1126/science.1080679 (https://dx.doi.org/10.1126%2Fscience.1080679), lire en ligne (http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/299/5607/673?ijkey=AHVbRrqUsmdHY&keytype=ref&siteid=sci), consulté le 4 février 2007).
44. (en) Patrick J. Walsh, *Oceans and human health: risks and remedies from the seas*, Academic Press, 2008 (ISBN 0123725844, lire en ligne (https://books.google.com/books?id=c6J5hlcjFaAC&pg=PA212)), p. 212.
45. Staff, « Evidence is now 'unequivocal' that humans are causing global warming – UN report » (http://www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=21429&Cr=climate&Cr1=change), United Nations, 2 février 2007 (consulté le 7 mars 2007).

46. (en) William F. Laurance, Mahmoud I. Mahmoud, Eileen Crist et Mohammed Alamgir, « World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice », *BioScience*, vol. 67, nº 12, 1er décembre 2017, p. 1026–1028 (ISSN 0006-3568 (http://worldcat.org/issn/0006-3568&lang=fr), DOI 10.1093/biosci/bix125 (https://dx.doi.org/10.1093%2Fbiosci%2Fbix125), lire en ligne (https://academic.oup.com/bioscience/article/67/12/1026/4605229), consulté le 14 avril 2019).
47. « World » (http://www.nationalgeographic.com/xpeditions/atlas/index.html?Parent=world&Mode=d&SubMode=w)(Archive (http://web.archive.org/web/*/http://www.nationalgeographic.com/xpeditions/atlas/index.html?Parent=world&Mode=d&SubMode=w) • Wikiwix (http://archive.wikiwix.com/cache/?url=http://www.nationalgeographic.com/xpeditions/atlas/index.html?Parent=world&Mode=d&SubMode=w) • Archive.is (http://archive.is/http://www.nationalgeographic.com/xpeditions/atlas/index.html?Parent=world&Mode=d&SubMode=w) • Google (https://www.google.fr/search?q=cache:http://www.nationalgeographic.com/xpeditions/atlas/index.html?Parent=world&Mode=d&SubMode=w) • Que faire ?) (consulté le 11 juin 2017), *National Geographic - « Xpeditions Atlas » (http://www.nationalgeographic.com/xpeditions/)(Archive (http://web.archive.org/web/*/http://www.nationalgeographic.com/xpeditions/) • Wikiwix (http://archive.wikiwix.com/cache/?url=http://www.nationalgeographic.com/xpeditions/) • Archive.is (http://archive.is/http://www.nationalgeographic.com/xpeditions/) • Google (https://www.google.fr/search?q=cache:http://www.nationalgeographic.com/xpeditions/) • Que faire ?) (consulté le 11 juin 2017).* 2006. Washington, DC: National Geographic Society.
48. World Population Prospects, the 2015 Revision (http://esa.un.org/unpd/wpp/)
49. Staff, « Human Population: Fundamentals of Growth: Growth » (http://www.prb.org/Educators/TeachersGuides/HumanPopulation/PopulationGrowth/QuestionAnswer.aspx), Population Reference Bureau, 2007 (consulté le 31 mars 2007).
50. (en) M. C. Peel, B. L. Finlayson et T. A. McMahon, « Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification », *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, vol. 4, nº 2, 2007, p. 439–473 (DOI 10.5194/hessd-4-439-2007 (https://dx.doi.org/10.5194%2Fhessd-4-439-2007), lire en ligne (http://www.hydrol-earth-syst-sci-discuss.net/4/439/2007/hessd-4-439-2007.html), consulté le 31 mars 2007).
51. Staff, « Themes & Issues » (http://www.biodiv.org/programmes/default.shtml), Secretariat of the Convention on Biological Diversity (consulté le 29 mars 2007)
52. Staff, « Canadian Forces Station (CFS) Alert » (http://www.tscm.com/alert.html), Information Management Group, 15 août 2006 (consulté le 31 mars 2007).
53. (en) Paul Kennedy, *The Rise and Fall of the Great Powers*, Vintage, 1989, 1re éd. (ISBN 0-679-72019-7).
54. « U.N. Charter Index » (http://www.un.org/aboutun/charter/), United Nations (consulté le 23 décembre 2008).
55. Staff, « International Law » (http://www.un.org/law/)(Archive (http://web.archive.org/web/*/http://www.un.org/law/) • Wikiwix (http://archive.wikiwix.com/cache/?url=http://www.un.org/law/) • Archive.is (http://archive.is/http://www.un.org/law/) • Google (https://www.google.fr/search?q=cache:http://www.un.org/law/) • Que faire ?), United Nations (consulté le 27 mars 2007).
56. (en) Betsy Kuhn, *The race for space: the United States and the Soviet Union compete for the new frontier*, Twenty-First Century Books, 2006 (ISBN 0-8225-5984-6), p. 34.
57. (en) Lee Ellis, *Who's who of NASA Astronauts*, Americana Group Publishing, 2004 (ISBN 0-9667961-4-4).
58. (en) David Shayler et Bert Vis, *Russia's Cosmonauts: Inside the Yuri Gagarin Training Center*, Birkhäuser, 2005 (ISBN 0-387-21894-7).
59. Mark Wade, « Astronaut Statistics » (http://www.astronautix.com/a/astronautstatistics.html), Encyclopedia Astronautica, juillet 2015.
60. (en) Auslan Cramb, « Nasa's Discovery extends space station », *Telegraph*, 28 octobre 2007 (lire en ligne (https://www.telegraph.co.uk/earth/earthnews/3311903/Nasas-Discovery-extends-space-station.html), consulté le 23 mars 2009).
61. Jeffrey B Russell, « The Myth of the Flat Earth » (http://www.asa3.org/ASA/topics/history/1997Russell.html), American Scientific Affiliation (consulté le 14 mars 2007); but see also Cosmas Indicopleustes.
62. James Q. Jacobs, « Archaeogeodesy, a Key to Prehistory » (http://www.jqjacobs.net/astro/aegeo.html), 1er février 1998 (consulté le 21 avril 2007).
63. Bill Arnett, « Earth » (http://nineplanets.org/earth.html), *The Nine Planets, A Multimedia Tour of the Solar System: one star, eight planets, and more*, 16 juillet 2006 (consulté le 9 mars 2010).
64. (en) S. I. Dutch, « Religion as belief versus religion as fact », *Journal of Geoscience Education*, vol. 50, nº 2, 2002, p. 137–144 (lire en ligne (http://nagt.org/files/nagt/jge/abstracts/Dutch_v50n2p137.pdf) [PDF], consulté le 28 avril 2008).
65. « A World Designed by God: Science and Creationism in Contemporary Islam » (http://www2.truman.edu/~edis/writings/articles/CFI-2001.pdf)(Archive (http://web.archive.org/web/*/http://www2.truman.edu/~edis/writings/articles/CFI-2001.pdf) • Wikiwix (http://archive.wikiwix.com/cache/?url=http://www2.truman.edu/~edis/writings/articles/CFI-2001.pdf) • Archive.is (http://archive.is/http://www2.truman.edu/~edis/writings/articles/CFI-2001.pdf) • Google (https://www.google.fr/search?q=cache:http://www2.truman.edu/~edis/writings/articles/CFI-2001.pdf) • Que faire ?) (consulté le 25 mars 2013).
66. (en) M. R. Ross, « Who Believes What? Clearing up Confusion over Intelligent Design and Young-Earth Creationism », *Journal of Geoscience Education*, vol. 53, nº 3, 2005, p. 319 (lire en ligne (http://www.nagt.org/files/nagt/jge/abstracts/Ross_v53n3p319.pdf) [PDF], consulté le 28 avril 2008).
67. (en) R. T. Pennock, « Creationism and intelligent design », *Annual Review of Genomics Human Genetics*, vol. 4, nº 1, 2003, p. 143–63 (PMID 14527300 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14527300), DOI 10.1146/annurev.genom.4.070802.110400 (https://dx.doi.org/10.1146%2Fannurev.genom.4.070802.110400)).
68. (en) National Academy of Sciences, Institute of Medicine, *Science, Evolution, and Creationism*, Washington, D.C, National Academies Press, 2008 (ISBN 0-309-10586-2, lire en ligne (http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=11876&page=R1)).
69. (en) A. Colburn, et Laura Henriques, « Clergy views on evolution, creationism, science, and religion », *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 43, nº 4, 2006, p. 419–442 (DOI 10.1002/tea.20109 (https://dx.doi.org/10.1002%2Ftea.20109), Bibcode 2006JRScT..43..419C (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2006JRScT..43..419C)).
70. (en) Roland Mushat Frye, *Is God a Creationist? The Religious Case Against Creation-Science*, Scribner's, 1983 (ISBN 0-684-17993-8)
71. (en) S. J. Gould, « Nonoverlapping magisteria », *Natural History*, vol. 106, nº 2, 1997, p. 16–22 (lire en ligne (http://www.jbburnett.com/resources/gould_nonoverlapping.pdf) [PDF], consulté le 28 avril 2008).
72. « Operating Manual for Spaceship Earth » (http://www.futurehi.net/docs/OperatingManual.html)(Archive (http://web.archive.org/web/*/http://www.futurehi.net/docs/OperatingManual.html) • Wikiwix (http://archive.wikiwix.com/cache/?url=http://www.futurehi.net/docs/OperatingManual.html) • Archive.is (http://archive.is/http://www.futurehi.net/docs/OperatingManual.html) • Google (https://www.google.fr/search?q=cache:http://www.futurehi.net/docs/OperatingManual.html) • Que faire ?) (consulté le 25 mars 2013).
73. (en) James E. Lovelock, *Gaia: A New Look at Life on Earth*, Oxford, Oxford University Press, 1979, 1re éd. (ISBN 0-19-286030-5).
74. For example: (en) Anthony J. McMichael, *Planetary Overload: Global Environmental Change and the Health of the Human Species*, Cambridge University Press, 1993 (ISBN 0-521-45759-9).
75. Avant-propos de l'édition de 1945 de *Regards sur le monde actuel*
76. Bertrand de Jouvenel, *« La terre est petite »*, Repr. in Arcadie, essais sur le mieux-vivre. *Futuribles* 9. Paris 1968
77. Dominique Bourg, *La nature en politique ou l'enjeu philosophique de l'écologie*, L'Harmattan, p. 16.
78. Éthique et développement durable, 21 octobre 2013 (http://www.implications-philosophiques.org/actualite/une/ethique-et-developpement-durable-12/).

Voir aussi

Sur les autres projets Wikimedia :

Terre (https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Earth?uselang=fr), sur Wikimedia Commons

Terre, sur le Wiktionnaire

Terre, sur Wikibooks

Terre, sur Wikiquote

Articles connexes

- **Conceptions actuelles**
  - Monde
  - Liste des pays du monde
  - Liste des pays du monde par continent
  - Limites planétaires
- **Géographie**
  - Cartographie
  - Projection cartographique
- **Sciences de la Terre et de l'Univers**
  - Tectonique des plaques
  - Écologie
    - Développement durable
    - Pollution
  - Géologie
  - Géodésie
  - Géophysique
  - Hypothèse Gaïa
    - Structure interne du globe terrestre
  - Cycle biogéochimique
  - Astronomie
    - Planète
    - Planète habitable
    - Planète tellurique
    - *Un point bleu pâle*
- **Cosmologie**
  - Laniakea
- **Conceptions anciennes**
  - Ératosthène
  - Figure de la Terre dans l'Antiquité
  - Figure de la Terre au Moyen Âge
  - Figure de la Terre à la Renaissance
  - Expansion terrestre
- **Différents modèles**
  - le sphéroïde de Clairaut
  - le modèle ellipsoïdal
  - Le modèle incluant la notion de gravitation universelle

Liens externes

- Notices d'autorité : Fichier d'autorité international virtuel (http://viaf.org/viaf/627014991944500665000 1) · Bibliothèque nationale de France (http://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb11975911n) (données (http://data.bnf.fr/ark:/12148/cb11975911n)) · Bibliothèque du Congrès (http://id.loc.gov/authorities/sh85040427) · Gemeinsame Normdatei (http://d-nb.info/gnd/1135962553) · Bibliothèque nationale de la Diète (http://id.ndl.go.jp/auth/ndlna/00573040) · Bibliothèque nationale d'Israël (http://uli.nli.org.il/F/?func=direct&doc_number=003982849&local_base=nlx10) · Bibliothèque nationale tchèque (http://aut.nkp.cz/ph117167)
- l'encyclopédie en ligne Géopédia (http://www.geopedia.fr/)
- GéoManips, les mouvements de la Terre, site CNRS/sagascience (http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosgeol/accueil.html)
- Le Système Solaire : La Terre (http://www.le-systeme-solaire.net/terre.html)
- (en) Profil de la Terre (http://solarsystem.nasa.gov/planets/profile.cfm?Object=Earth) - Exploration du système solaire (http://solarsystem.nasa.gov/) - NASA.
- (en) Extrêmes météorologiques et climatiques (http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/globalextremes.html) - NCDC.
- (en) Observatoire (http://earthobservatory.nasa.gov/) - NASA.
- (en) Moteur de recherche de coordonnées géographiques (http://www.geody.com/?world=terra)

Ce document provient de « https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Terre&oldid=172983510 ».

La dernière modification de cette page a été faite le 16 juillet 2020 à 22:29.

Droit d'auteur : les textes sont disponibles sous licence Creative Commons attribution, partage dans les mêmes conditions ; d'autres conditions peuvent s'appliquer. Voyez les conditions d'utilisation pour plus de détails, ainsi que les crédits graphiques. En cas de réutilisation des textes de cette page, voyez comment citer les auteurs et mentionner la licence.
Wikipedia® est une marque déposée de la Wikimedia Foundation, Inc., organisation de bienfaisance régie par le paragraphe 501(c)(3) du code fiscal des États-Unis.